COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1923

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME X.

SESSION DE 1923.

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

55, Quai des Grands-Augustins, 55

—

1923

LISTE DES MEMBRES

DU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1er NOVEMBRE 1923.

Président :

1. M. V. VOLTERRA, Sénateur du Royaume d'Italie, Président de l'Académie des Lincei, 17, via in Lucina, *Rome*.

Secrétaire :

2. M. L. DE BODOLA, Professeur à l'École Polytechnique, 15, Pauler Utca, *Budapest*.

Membres :

3. M. P. APPELL, Membre de l'Institut de France, Recteur de l'Académie de Paris, à la Sorbonne, Paris.

4. M. E.-I. FREDHOLM, Membre de l'Académie des Sciences de Suède, Professeur à l'Université de Stockholm, *Djursholm-Ösby*.

5. M. R. GAUTIER, Professeur à l'Université, Directeur de l'Observatoire de Genève, 6, rue Bellot, *Genève*.

6. M. D. ISAACHSEN, Directeur général du Service des Poids et Mesures de Norvège, 20, Nordal Brunsgate, *Kristiania*.

7. M. C. Kargatchin, Inspecteur au Ministère du Commerce du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, 3, Obilitchev Venac, *Belgrade*.

8. M. W. Kösters, Membre de l'Institut des Poids et Mesures d'Allemagne, 27-28, Werner Siemensstrasse, *Berlin-Charlottenburg*.

9. M. le Major P.-A. MacMahon, Membre de la Société royale de Londres, 31, Hertford Street, *Cambridge*.

10. M. E. Pasquier, Professeur à l'Université, 22, rue Marie-Thérèse, *Louvain*.

11. M. S.-W. Stratton, Président du Massachusetts Institute of Technology, *Boston*.

12. M. A. Tanakadate, Membre de l'Académie des Sciences de Tokyo, 144, Zôsigayamati, Koisikawa-ku, *Tokyo*.

13. M. L. Torres y Quevedo, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid, 3, Valgame Dios, *Madrid*.

14. M. Ch.-Éd. Guillaume, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres*.

Membre honoraire :

1. M. A.-A. Michelson, Professeur à l'Université, *Chicago*.

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURE

AU 1er NOVEMBRE 1923.

Directeur............	MM. Ch.-Éd. Guillaume.
Adjoints.............	A. Pérard. L. Maudet. C. Volet.
Archiviste-comptable..	L. Reverchon
Assistant............	A. Bonhoure.
Mécanicien..........	A. Huetz.
Calculateur..........	J. Jeannot.
Dactylographe........	Mlle M. Becker.

SESSION DE 1923.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL,

Mardi 25 septembre 1923.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. de Bodola, Fredholm, Gautier, Guillaume, Isaachsen, Kargatchin, MacMahon, Pasquier, Stratton, Tanakadate, Torres y Quevedo.

La séance est ouverte à 15 heures.

M. le Président souhaite la bienvenue à ses collègues, et rappelle que c'est aujourd'hui qu'il a pour la première fois l'honneur de présider les séances du Comité.

Il tient donc, tout d'abord, à exprimer à celui-ci ses remerciements les plus sincères, devoir qu'il n'avait pas pu remplir au moment même de son élection, ayant été obligé, par un deuil de famille, de partir subitement.

Il se rend compte du grand honneur qui lui a été fait, et en même temps de la responsabilité de sa tâche; celle-ci pourtant lui sera facilitée par l'exemple donné par son

éminent prédécesseur, M. Gautier, qui a exercé sa présidence intérimaire avec tant d'heureuses conséquences pour l'œuvre de la Convention du Mètre. Le Comité tout entier a regretté que le Règlement annexé à la Convention l'ait empêché, par son article 10, de rendre cette présidence définitive.

M. le Président, en constatant la présence de M. Tanakadate, est certain d'être l'interprète des sentiments de tous ses collègues en lui exprimant toute leur sympathie et leur profond regret pour l'effroyable cataclysme qui a frappé le Japon.

Les rapports entre l'Europe et le Japon deviennent de jour en jour plus étroits, et le sentiment de la plus intime solidarité se développe toujours davantage.

M. le Président renouvelle à M. Pasquier, au nom du Comité, les sincères félicitations qu'il a déjà eu le plaisir de lui adresser, le jour où les savants de tous les pays ont fêté le cinquantenaire de son professorat, en reconnaissance de cette belle période de sa vie si bien remplie, tout entière consacrée à l'avancement de la science, et qui restera un exemple inoubliable pour tous.

M. le Président salue tout particulièrement, pour la première fois, les nouveaux élus, MM. Isaachsen, Fredholm et Kargatchin. Le Comité est heureux de pouvoir les posséder dans son sein.

Il rappelle que M. Isaachsen a déjà été collaborateur du Bureau international, auquel il a donné un précieux concours par ses remarquables travaux.

M. le Président a ensuite le douloureux devoir de déplorer les pertes très cruelles éprouvées depuis la dernière réunion. Les notices nécrologiques, qui seront annexées aux *Procès-Verbaux*, retraceront la vie et les

éminents mérites de ces chers disparus. Quant à lui, il doit se borner à exprimer la profonde douleur causée à tout le Comité par la mort de M. Benoît, Directeur honoraire du Bureau, de M. Hasselberg, membre honoraire du Comité, et de M. Hepites, secrétaire du Comité. Leur souvenir restera vénéré dans le Comité.

Sur l'invitation de M. le Président, les membres du Comité se lèvent pour rendre hommage à ces collègues disparus.

M. le Président constate que le *quorum* réglementaire étant dépassé, le Comité est en nombre pour délibérer valablement. Il déclare donc ouverte la session de 1923.

Il a le plaisir de saluer à son côté M. de Bodola comme Secrétaire intérimaire.

Avant d'entrer dans l'ordre du jour et de donner la parole à M. Guillaume pour la communication de son Rapport réglementaire, il tient à lui adresser, en son nom et au nom du Comité tout entier, les plus cordiales et chaleureuses félicitations pour le parfait rétablissement de sa santé. Le Comité se félicite aussi lui-même que M. le Directeur puisse de nouveau consacrer, à l'œuvre commune, sa haute compétence et sa puissante activité.

M. Guillaume se déclare très ému de cette nouvelle manifestation de sympathie du Comité, et exprime à M. le Président sa gratitude pour les bienveillantes paroles qu'il vient de prononcer.

M. Pasquier remercie également M. le Président, pour les félicitations qu'il a bien voulu lui adresser. Il est très touché de cette aimable attention.

M. Tanakadate, remerciant à son tour M. le Président, s'exprime dans les termes suivants :

Monsieur le Président,
Chers Collègues,

Permettez-moi, tout d'abord, de vous remercier sincèrement de la sympathie que vous venez d'exprimer pour mon pays qui, maintenant, souffre des terribles effets d'un tremblement de terre. Ma gratitude est d'autant plus grande, que toutes les nations ont été unanimes à venir immédiatement au secours des victimes et à leur apporter toute l'aide qu'elles pouvaient leur donner. Je vois ainsi dans le monde entier triompher la noble idée de la fraternité universelle, et à mes larmes de douleur se mêler des larmes de reconnaissance et des larmes de joie.

En tant que membre du Conseil national des Recherches, je ne puis m'empêcher de ressentir quelque responsabilité de n'avoir pu prédire le cataclysme et persuader mes compatriotes de prendre les précautions nécessaires. Il me semble que nous sommes plus ignorants sur la condition de l'intérieur de la terre que sur celle d'un atome.

Toutefois, en ce qui concerne le prototype national, j'ai eu l'honneur, en 1907, de présenter au Comité une photographie montrant de quelle manière notre témoin du prototype (n° 10 de l'alliage 1874) enfermé dans un tube, est placé sur une épaisse couche de sable sec, disposé de façon à pouvoir absorber les chocs sismiques [1] (*Procès-Verbaux des séances*, 1907, page 206).

Je ne puis dire aujourd'hui quels ont été les résultats pratiques obtenus grâce à ce dispositif.

Le vrai prototype national n° 22 se trouve heureusement ici au Bureau, et il est indemne.

Je me permettrai maintenant de rappeler la conclusion du discours des fondateurs du Système métrique lorsqu'ils soumirent le premier prototype au Corps législatif français, le 22 juin 1799; cette conclusion débute par :

« Mais si un tremblement de terre engloutissait, s'il était possible
» qu'un affreux coup de foudre mît en fusion le métal conserva-
» teur de cette mesure, il n'en résulterait pas, Citoyens légis-

[1] Une disposition plus élaborée mais plus sûre sera de poser l'objet à protéger contre les secousses sur le point neutre d'un grand sismographe. La construction pratique variera suivant les circonstances et en considération de la violence des secousses prévues.

» lateurs, que le fruit de tant de travaux, que le type général
» des mesures pût être perdu pour la gloire nationale, ni pour
» l'utilité publique [1]. » (Le bombardement par avions n'était pas prévu à cette époque.)

Il explique ensuite comment le mètre peut être reproduit d'après un pendule qui bat les secondes à Paris et qui fut construit et étudié d'une manière classique par l'illustre Borda.

Nous poursuivons nos études en nous basant, non point sur le pendule terrestre, mais sur un pendule atomique qui produit une onde lumineuse présentant une uniformité suffisante pour ce but. L'éminent physicien français Fizeau en a fait pour la première fois l'application.

Je vous demande, Monsieur le Président, la permission de dire la satisfaction que j'ai ressentie lorsque j'ai vu les travaux qui sont exécutés au Bureau sous une aussi éminente direction, et par un métrologiste aussi compétent que M. Pérard, surtout en ce qui concerne la sélection des rayons lumineux et la vérification des étalons de quartz.

Les Japonais ne sont d'ailleurs point restés inactifs pendant toute cette période. Mon collègue, le professeur H. Nagaoka, a particulièrement travaillé cette question, et ses expériences ont atteint un succès; il a obtenu des rayons d'une intensité et en même temps d'une pureté très grande, cela grâce à l'emploi d'une ampoule semblable au tube Coolidge qui produit des rayons divers, depuis les rayons ordinaires jusqu'aux rayons X. Etant donné que la lumière est produite dans le vide, l'incertitude causée par la pression de l'air est entièrement éliminée.

Les travaux sont exécutés maintenant à l'Institut des Recherches de Tokyo; et lorsque le prototype national n° 22 y sera arrivé, nous prévoyons de faire les déterminations des longueurs d'onde des rayons ainsi choisis. Nous avons, à cet effet, commandé à Londres, à la maison Hilger, l'interféromètre de Fabry-Perrot; mais il n'est pas encore terminé.

En dépit du désastre dont nous avons été victimes, nous espérons pouvoir, grâce à votre aide fraternelle, continuer à apporter notre juste tribut, soit à la sismologie, soit à la métrologie.

Mes chers collègues, je vous remercie de nouveau très sincèrement de votre bienveillante sympathie.

[1] Bigourdan, *Histoire du Système métrique*, p. 160.

M. Isaachsen au nom de ses collègues nouvellement élus, et en son propre nom, se déclare heureux de pouvoir collaborer à l'œuvre si importante confiée au Comité.

M. le Président prie ensuite M. le Directeur de donner lecture de son Rapport.

M. Guillaume lit le Rapport suivant :

RAPPORT AU COMITÉ INTERNATIONAL

SUR LA GESTION DU BUREAU

PENDANT LA PÉRIODE ÉCOULÉE

ENTRE LE 1er SEPTEMBRE 1921 ET LE 31 AOUT 1923.

Le temps écoulé depuis la dernière réunion du Comité devait constituer une période de passage entre l'ancien et le nouveau statut du Bureau, période que nous pouvions espérer voir prendre fin avec l'année 1923, et pour laquelle on avait établi une dotation passagère. Mais, ainsi que vous le dira M. le Secrétaire du Comité dans son Rapport, les ratifications des nouveaux articles de la Convention sont lentes à venir, et l'on peut penser que le Bureau restera, pendant quelque temps encore, régi par l'ancienne Convention. Néanmoins, nous avons, autant qu'il a été possible, préparé les voies, pour qu'aucun nouveau retard ne se produise quand toutes les ratifications seront déposées.

I. — PERSONNEL.

La mort de M. Benoît, survenue dans la nuit du 4 au 5 mai 1922, nous a privés d'un conseiller avisé et d'un ami éprouvé. Il avait appartenu au Bureau pendant trente-sept ans, et en avait été le directeur pendant un quart de siècle. Durant cette longue période, consacrée avec un dévouement inlassable à la métrologie, il avait amassé de précieuses expériences, et souvent, depuis qu'il avait pris sa retraite, en 1915, nous avions eu recours à ses avis éclairés. Les membres du Comité ont gardé le souvenir de l'intérêt avec lequel il suivait encore les travaux dans la dernière session du Comité. Sa carrière, qui fut celle d'un des maîtres de la métrologie moderne, sera retracée dans une notice insérée dans ce volume.

Les changements dans le personnel même du Bureau se réduisent à peu de chose. M. Bonhoure, qui y était entré en 1913, et avait commencé à prendre l'expérience des instruments en 1920, s'est révélé bon observateur, comme il était déjà un calculateur consciencieux et sûr. J'ai été heureux de pouvoir lui donner un témoignage de confiance en le nommant assistant à partir du 1er janvier 1922.

En février de cette année, M. Julien Jeannot a été engagé comme calculateur. Dans les quelques mois qu'il a déjà passés au Bureau, il a fait son possible pour nous donner satisfaction.

Lors de la dernière session, M. Stratton avait manifesté l'intention de nous envoyer un de ses collaborateurs. Effectivement, M. Lewis V. Judson, du Bureau of Standards, a travaillé au Bureau international, du mois d'octobre de l'année dernière au mois de mai de cette année. Bien que, pendant ce temps, il ait accompli plusieurs missions en Angleterre et en Suisse, il a pris la pratique de nos comparateurs, et a notamment étudié plusieurs étalons destinés au Bureau of Standards. Il a emporté notre meilleur souvenir.

En vue des épreuves de réception d'un comparateur de 4 mètres à Genève, M. F. Blumbach, de la Chambre Centrale des Poids et Mesures de Russie, a étudié au Bureau plusieurs thermomètres; nous avons été heureux de mettre nos instruments à sa disposition pour ce travail.

Nous aurons à revenir à plusieurs reprises, au cours de la session, sur la question du personnel, encore trop restreint pour les multiples tâches qui lui sont dévolues.

II. — BATIMENTS.

Nous avions prévu, pour être réparties sur trois exercices, l'installation de l'éclairage électrique, celle du chauffage central dans le pavillon d'administration et la réfection de la base murale. Mais les circonstances m'ont conduit à hâter les deux premières.

Pour l'éclairage électrique des bâtiments, nous étions branchés sur les accumulateurs, disposition qui pouvait, à la rigueur, suffire pendant les années de travail réduit, mais était devenue dangereuse pour notre batterie, depuis que le Bureau avait repris toute on activité.

Pour le chauffage, les conditions étaient encore plus mauvaises. La distribution par l'air chaud, installée en même temps que le Bureau lui-même, était usée par quarante-cinq années de fonctionnement; la cloche du calorifère, en particulier, présentait de larges fissures, laissant passer en abondance dans la canalisation les produits de la combustion; de plus, il était devenu impossible de chauffer les pièces éloignées du calorifère sans une dépense exagérée de charbon.

Pour la première de ces installations, nous avons pris une déri-

vation, dans la Grande-Rue de Sèvres, sur la canalisation de la Compagnie « Ouest-Lumière », qui distribue le courant sous la forme triphasée; nous éclairons ainsi les laboratoires, l'atelier et tous les bâtiments d'habitation, et nous prenons directement sur la ligne le chauffage électrique de quelques instruments. Une dynamo réceptrice et une génératrice accouplées servent à transformer le courant triphasé en continu, et à charger notre batterie d'accumulateurs, sur laquelle nous prenons encore le courant nécessaire à l'alimentation des lampes éclairant les instruments, et de petits moteurs qui actionnent ceux-ci, ou qui brassent l'eau dans les auges.

Notre organisation électrique, en nous permettant d'éclairer commodément toutes nos salles, nous donne la possibilité de travailler la nuit, dans les mêmes conditions que pendant le jour; autrefois, nous étions obligés de nous en tirer par des moyens de fortune, lorsque les circonstances nous forçaient à prolonger les expériences. Grâce à ces divers dispositifs, nous avons grandement facilité nos opérations au laboratoire, et, en même temps, ramené nos accumulateurs au service réduit auquel ils doivent être réservés.

D'un autre côté, le chauffage, fait par circulation d'eau, nous a donné toute satisfaction, et a permis de réaliser des économies de charbon et de main-d'œuvre.

Ces deux installations ont pu être soldées sur le budget de 1922, en agglomérant au crédit prévu d'importantes économies réalisées sur les publications et sur le personnel en même temps que nous avons pu suspendre la subvention à la Caisse des Retraites.

En dehors de ces installations, de grande importance pour la vie même du Bureau et pour les laboratoires, on n'a procédé qu'à l'entretien ordinaire des bâtiments et notamment des toitures, et à un empierrage définitif de l'avenue du Mail. Nous avons été obligés d'effectuer cette réfection au compte du Bureau, les crédits du parc étant épuisés.

III. — MACHINES ET INSTRUMENTS.

Comme précédemment, nous n'avons fait l'acquisition d'aucun instrument important pendant la dernière période bisannuelle, mais des modifications notables ont été apportées à plusieurs d'entre eux.

Les opérations que nous avons poursuivies au comparateur à

dilatation, notamment pour la mesure de la dilatabilité relative des mètres de la série principale et de ceux de l'alliage du Conservatoire, travaux qui nécessitaient des réglages très précis, ont été rendues difficiles par l'usure de tous les organes de cet instrument, en service continu depuis plus de quarante ans.

En 1913 déjà, il avait paru désirable de remplacer ce comparateur, et nous avions commandé un nouvel instrument à la Société genevoise, Les événements survenus depuis lors ont rendu pendant longtemps son installation impossible; entre temps, des expériences faites au moyen d'un comparateur établi sur le même modèle n'ont pas donné toute satisfaction; nous nous réservions de faire un nouvel examen de la question, qui ne peut plus guère être différée maintenant; il faudra, dans un avenir très prochain, décider des modifications que le comparateur devra subir avant de pouvoir être installé.

Une circonstance s'est, depuis lors, modifiée avantageusement : nous avions imposé aux microscopes un certain minimum de distance frontale, afin de les soustraire aux dépôts de buée, lorsque le bain atteignait une température sensiblement supérieure à l'ambiante, circonstance qui rendait souvent les opérations à cet instrument extrêmement pénibles. La nouvelle installation électrique nous a donné la possibilité d'établir, autour des microscopes du comparateur actuel, des bobines de chauffage qui permettent d'élever légèrement la température des objectifs, et empêchent ces dépôts de se former; les opérations ont été ainsi grandement facilitées. Nous pourrons, dans le nouveau comparateur, faire abstraction de la condition primitivement imposée d'une grande distance frontale des microscopes, bien qu'il soit désirable, ainsi que nous le verrons plus loin, que cette distance soit plus grande que dans le comparateur actuel.

Le comparateur Brunner avait été construit spécialement en vue des mètres prototypes, et les dimensions trop exiguës de ses supports ne s'adaptaient pas à la plupart des règles que nous avons à déterminer; c'est pourquoi ces dernières étaient mesurées au moyen du comparateur à dilatation. Mais, à l'occasion d'une détermination du rapport du Yard au Mètre, entreprise au Standards Office et au National Physical Laboratory, une comparaison très précise de deux règles de Teddington nous a été demandée; pour pouvoir donner satisfaction à ce désir, nous avons modifié le comparateur Brunner, de façon qu'il puisse recevoir des règles de plus forte section. Le nouveau dispositif sera fréquemment employé.

Pour accroître la netteté des images au comparateur Brunner, nous faisons traverser au faisceau lumineux un écran qui, sans en atténuer beaucoup l'éclat, ne laisse passer qu'une lumière comprise dans un étroit espace spectral d'un jaune vert. Ce dispositif augmente la sécurité des lectures.

Au même comparateur, les paires de fils étaient différemment espacées dans les deux microscopes, ce qui nous a amenés à découvrir une cause d'erreur encore insoupçonnée. Pour l'éliminer, nous avons fait exécuter, par la Société genevoise, des sillons destinés à recevoir des fils formant des paires équidistantes à droite et à gauche. Ce sont les nouveaux fils dont on s'est servi dans toutes les comparaisons récentes.

Dans la révision, que nous avons entreprise, des équations des prototypes, nous avons cru nécessaire de reprendre les dilatations à l'appareil Fizeau. Pour cela, on a rétabli la fermeture hermétique de la cloche qui le recouvre, précaution qui n'était pas inutile, car on peut penser que, dans les alternances de température et les variations de la pression atmosphérique, une partie des gaz de la combustion pénètrent autour de l'appareil, et, modifiant l'indice de l'air, faussent les résultats. C'est en vue de ce travail que l'on a installé une pompe automatique à vide, entièrement métallique, qui nous a été fournie par la Central Scientific Co, à Chicago; cet instrument, d'une installation récente, a fait jusqu'ici bon service.

Dans mon précédent Rapport, j'ai signalé que M. Michelson, pendant le séjour qu'il a fait à Paris en 1921, avait accepté de faire exécuter, sous sa surveillance, de nouveaux plans dans son laboratoire de Chicago; ces plans, au nombre de cinq, ont été achevés en 1922, et ont été installés dans l'interféromètre, dont nous pouvons désormais attendre des mesures très précises. M. Michelson a désiré faire don au Bureau de ces plans. Nous lui en sommes très reconnaissants.

Des tubes à krypton ont pu également être obtenus pour ces expériences, grâce à l'obligeance de M. Lepape, chef des travaux de chimie au Collège de France, qui a fait une étude particulière de ce gaz rare. Enfin, nous avons monté une étuve pour le chauffage des tubes à cadmium, qui doivent être portés à 300° environ, et être maintenus à cette température pendant tout le temps que durent les expériences.

Pour la suite de la comparaison des prototypes, les mètres n^{os} 14 (Hongrie), 16 (Grande-Bretagne), 18 (Allemagne), 27 (États-Unis), 30 (Serbie), nous sont parvenus; les mètres 16, 27 et 30 ont

été repris à diverses époques, ainsi que le mètre 25 du Mexique, le mètre 29 de Suède, les mètres 17 et 24 appartenant à l'Espagne, le mètre 3_{74} appartenant au Danemark, les mètres 19_{74} et 27_{74} appartenant à la Hollande. En vue de la détermination de la dilatation, dont il sera parlé plus loin, M. Baillaud, Directeur de l'Observatoire de Paris, a bien voulu mettre à notre disposition le mètre n° 4 qui a participé aux comparaisons; le mètre n° 26_{74} nous a également été prêté par M. Cellerier, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers. Tous deux ont été rendus par la suite.

Enfin, le Bureau possédait, depuis plus de vingt-cinq ans, une série de broches fournies par la Section Technique de l'Artillerie, au début des recherches entreprises en commun, qui étaient affectées d'équations assez fortes, et qui, de plus, n'avaient pas été suffisamment stabilisées par les recuits et les étuvages reconnus depuis lors efficaces. Nous avons, en conséquence, demandé à la Section Technique une nouvelle série de 105 broches possédant, en même temps que de faibles équations, toutes les garanties de stabilité désirables.

IV. — TRAVAUX.

L'étude des prototypes métriques a continué à nous occuper beaucoup au cours des deux dernières années. Dans mon dernier Rapport, j'indiquais la concordance parfaite du Mètre international avec ses témoins, le changement simultané de nos étalons d'usage, les résultats des comparaisons du nouveau témoin du prototype et de l'étalon de référence du Bureau, ainsi que de onze prototypes nationaux, enfin une investigation préalable des dilatabilités, par des comparaisons faites, à 0° et 30°, des règles T_2, T_3, 20 et 3_{74}.

Nous avions admis aussi, comme très probable, l'égalité de dilatation dans une même coulée, au moins aussi loin que la précision des mesures actuelles permet d'atteindre. C'est ce point particulier que nous avons tout d'abord examiné. Pour cela, profitant du fait que nous disposions d'un certain nombre de prototypes nationaux, nous avons formé un groupe comprenant des règles allant par couple, et auxquelles les observations antérieures à 1889 avaient conduit à attribuer des dilatations basses, moyennes et fortes. Nous les avons alors comparées entre elles, au voisi-

nage de 0° et 30°, dans toutes les combinaisons possibles et dans quatre positions symétriques; le travail a été fait en entier par M. Maudet, M. Volet et moi. J'en donne ci-après le résumé.

Les dilatations (α_0, échelle normale) anciennement admises pour ces prototypes étaient les suivantes :

4	8,632.10⁻⁶	8	8,649.10⁻⁶	20	8,673.10⁻⁶
12	8,638	17	8,653	24	8,670

On a trouvé les valeurs des dilatabilités relatives données ci-après, en millionièmes :

	4.	8.	12.	17.	20.	24.
Guillaume..	—0,003	+0,000	—0,001	+0,005	+0,002	—0,004
Maudet.....	—0,003	—0,002	—0,003	+0,005	—0,000	+0,002
Volet.......	—0,003	—0,000	+0,003	+0,004	—0,004	+0,001
Moyenne.	—0,003	—0,001	0,000	+0,005	—0,001	0,000

On voit que, pour quatre des règles, les différences sont sensiblement nulles par rapport à la moyenne; pour deux règles seulement, nous trouvons une différence négative de $0{,}003.10^{-6}$ et une positive de $0{,}005.10^{-6}$, présentant entre elles un écart de $0{,}008.10^{-6}$, alors que dans les mesures d'autrefois, la différence atteignait jusqu'à $0{,}041.10^{-6}$; mais on remarquera que les mesures faites par les trois observateurs sont exceptionnellement concordantes pour les deux règles en question, et l'on peut supposer que toutes les erreurs ont été de même sens. La différence des résultats trouvés pour ces deux règles engageait cependant à essayer encore une vérification.

Une recherche était tout indiquée : celle de la différence de dilatabilité entre l'alliage Matthey et l'alliage du Conservatoire. Nous avons choisi, pour ce dernier travail, ces mêmes règles 4 et 17 et les règles 11 et 26 de l'alliage de 1874. Les résultats ont été les suivants, en millionièmes :

	4.	17.	11′.	26′.
Guillaume...	+0,007	+0,011	—0,005	—0,012
Maudet......	+0,014	+0,010	—0,011	—0,013
Volet........	+0,007	+0,010	—0,007	—0,011
Moyenne..	+0,009	+0,010	—0,008	—0,012

Ainsi, les règles 4 et 17 ne montrent plus qu'une différence

égale à 0,001.10⁻⁶, alors que l'écart entre les coulées est de 0,020.10⁻⁶.

On peut rapprocher ce résultat de celui qui avait été trouvé autrefois :

Moy. de 30 mètres Matthey par rapport à $\mathcal{M}$..	$= +0,002.10^{-6}$
Moy. de 4 mètres du Conservatoire par rapport à $\mathcal{M}$	$= -0,019$ »
Matthey-Conservatoire,.......	$= +0,021$ »

On peut donc dire que, dans les limites des erreurs d'observations actuelles, la dilatabilité des règles d'une même coulée est la même; entre la coulée principale et la coulée du Conservatoire, l'écart est voisin de $+0,020.10^{-6}$.

On pouvait conclure des mesures dont il a été rendu compte dans mon dernier Rapport, que la dilatabilité de T_2 est de $0,016.10^{-6}$ supérieure à celle de la coulée principale, et celle de T_3 de $0,010.10^{-6}$ plus faible. Mais ces résultats doivent être combinés avec ceux obtenus à l'appareil Fizeau, comme il est dit ci-après.

Je rappellerai d'abord que M. Benoît avait fait, en 1913, une détermination nouvelle de la dilatation du trépied, entre 0° et 100°, en se servant des sources de lumière très monochromatiques, qui sont devenues aujourd'hui d'un emploi courant. Le résultat de ces mesures est un peu différent de celui qui avait été obtenu autrefois, comme le montrent les nombres suivants :

Benoit (air).

	$10^6\alpha_0$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{50}$.
1882....	8,597 6	1,663	8,664 1	8,763 9
1913....	8,561 2	1,787	8,632 7	8,739 9

En janvier 1922, M. Pérard a fait une autre détermination dans l'air, au moyen des deux radiations verte et indigo du mercure. La réduction au vide a été effectuée provisoirement au moyen des coefficients que M. Benoît avait appliqués. Avant cette mesure, la plate-forme du trépied avait été retouchée, et sa surface rendue plus parfaite. La longueur mesurée était de 17^{mm} au lieu de 15^{mm}; elle a été déterminée, non plus, comme dans les expériences précédentes, avec la vis Brauer, mais par les interférences elles-mêmes. Voici les résultats de cette détermination :

PÉRARD (air). — Janvier 1922.

	$10^6\alpha_0$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{50}$.
M_v.....	8,582 1	1,790		
M_i.....	8,584 4	1,765		
Moy....	8,582 9	1,782	8,654 1	8,761 1

Pour cette moyenne comme pour les suivantes, on a attribué le poids 2 à la radiation verte, qui donne des franges plus distinctes que les autres radiations.

Dans les mesures dont il vient d'être rendu compte, on avait constaté l'existence d'une erreur résiduelle d'autant plus accentuée que, d'une observation à la suivante, la différence de température avait été plus grande et l'intervalle de temps plus petit; dans la mesure qui suit, la répartition dans le temps est faite de manière à laisser toujours un intervalle minimum de vingt-quatre heures entre deux observations dont la différence de température est supérieure à 1 degré. On pouvait donc admettre que les thermomètres s'étaient stabilisés à chaque température, et qu'il en était de même de la glace recouvrant l'appareil. C'est dans ces conditions qu'ont été faites les observations qui ont conduit aux résultats suivants :

PÉRARD (air). — Mars 1922.

	$10^6\alpha_0$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^9\alpha_{50}$.
M_j.......	8,568 8	1,855		
M_v.......	8,574 9	1,812		
M_i.......	8,581 6	1,738		
Moy......	8,575 1	1,804	8,647 3	8,755 5

L'appareil ayant été adapté de nouveau aux déterminations dans le vide, M. Pérard a entrepris une nouvelle mesure sous des pressions voisines de 0, de 600^{mm} et 760^{mm} de mercure. On s'est servi de la première pour la connaissance de la dilatabilité du trépied, et des deux autres pour la mesure de l'indice de l'air; on a employé, de plus, les trois radiations déjà utilisées. Voici les résultats de ces mesures :

Pérard (vide). — Janvier 1923.

	$10^6\alpha_0$.	$19^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^9\alpha_{50}$.
M_j	8,579 1	1,794		
M_v	8,569 8	1,889		
M_i	8,579 7	1,821		
Moy.	8,574 6	1,848	8,648 6	8,759 5

Les valeurs des indices de l'air dans différentes régions du spectre, avec leur variation thermique entre 0° et 100°, qui constituent les éléments de l'équation $n_\theta - 1 = \frac{n_0}{1+\alpha\theta}$ sont données ci-après :

	n_0	α
M_j	1,000 292 47	0,003 666
M_v	1,000 293 03	0,003 647
M_i	1,000 296 61	0,003 664

Ces nombres devront probablement subir encore de petites corrections. Les nouvelles valeurs des indices, lorsqu'elles pourront être considérées comme définitives, seront substituées pour les réductions, aux nombres que nous avions adoptés jusqu'à maintenant; elles serviront aussi pour les corrections des indices absolus du quartz, dont nous parlerons tout à l'heure.

Enfin, en août 1923, M. Pérard a procédé à une quatrième mesure dans le vide et sous la pression atmosphérique, en se servant de cinq couleurs, dont les trois précédentes, auxquelles sont venus s'ajouter le rouge et le vert du cadmium. L'appareil a toujours été alimenté d'air pur, préalablement desséché et privé de son acide carbonique. Ces mesures ont été faites avec un soin tout particulier; malheureusement, on a reconnu, à la réduction des observations, des divergences systématiques entre les indications des deux paires de thermomètres; en effet, pour faciliter les lectures, ils avaient été placés, les uns très bas, les autres très haut, de sorte que, pour ces derniers, les réservoirs étaient en contact avec l'enveloppe de cuivre de l'appareil. On a donc abandonné les résultats de ces observations.

Dans les déterminations au comparateur, on a trouvé pour le coefficient β la valeur $0{,}52 . 10^{-9}$, et c'est en faisant la moyenne avec les déterminations à l'appareil Fizeau que l'on est arrivé au

résultat finalement admis $1,00.10^{-9}$ [1]. On pouvait dès lors se demander si la dilatabilité du platine iridié n'était pas représentée par une équation ayant un troisième terme positif, de grandeur appréciable, et qui intervenait pour modifier la valeur du second terme dès que les observations embrassaient un intervalle de température un peu considérable. On a donc calculé séparément, dans les mesures de janvier 1923, le coefficient β dans l'intervalle 0-50 et 50-100, et l'on a trouvé en moyenne :

dans l'intervalle 0-50 : $\beta = 1,998.10^{-9}$
» » 50-100 : $\beta = 1,789.10^{-9}$.

L'hypothèse est donc contredite par les résultats des observations.

Pour connaître la dilatation des règles de la coulée principale, on a fait des mesures sur les échantillons A et B prélevés à leurs deux extrémités. On a choisi la règle **6** et les règles **20** et **4**, qui avaient donné autrefois respectivement une valeur haute et une valeur basse de la dilatabilité; de plus, on a étudié un échantillon de chacune des règles $\mathbf{13}_{74}$ et T_2. Ces expériences, qui seront poursuivies, ont donné, rapportées à la constante de janvier 1923, les résultats suivants :

		$10^6\alpha_0$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{50}$.
6 (𝔐)	A......	8,601 4	+1,809	8,674	8,782
	B......	8,602 4	+1,863	8,677	8,789
	Moy....	8,601 9	+1,836	8,676	8,786
20	A......	8,605 2	+1,816	8,678	8,787
	B......	8,617 8	+1,693	8,684	8,787
	Moy....	8,611 5	+1,754	8,681	8,787
4	A......	8,601 1	+1,809	8,674	8,782
	B......	8,628 6	+1,551	8,991	8,784
	Moy....	8,614 9	+1,680	8,682	8,783
13_{74}	....	8,585 4	+1,729	8,655	8,759
T_2	2_0....	8,610 4	+1,734	8,680	8,784

[1] Le coefficient β, déterminé en fonction du thermomètre en cristal et ramené à l'échelle normale, prend en effet, entre 0° et 40°, la valeur $1,47.10^{-9}$.

Le résultat α_{50} est ici le plus sûr, puisqu'il représente la dilatation moyenne de l'intervalle 0-100. On reconnaît d'abord que pour les trois règles de la coulée Matthey, il y a égalité presque absolue entre les nombres trouvés, et que la règle 13, de la coulée 1874, donne une valeur sensiblement plus basse. Quant à la dilatation de T_2, nous ne la discuterons pas pour le moment.

Les observations au comparateur avaient conduit à admettre pour la dilatabilité du prototype n° 6 [1] : $\alpha_{20} = 8,665.10^{-6}$, inférieure de $0,011.10^{-6}$ à la valeur trouvée présentement à l'appareil Fizeau. (Les nombres reproduits ici ont été réduits à l'échelle normale.) Le résultat donné par cet appareil en 1889 était $\alpha_{20} = 8,718.10^{-6}$. Une petite divergence subsiste, qui ne semble pas pouvoir être attribuée aux mesures interférentielles; il faudra chercher dans les mesures au comparateur la cause de la divergence trouvée.

On peut supposer que, le passage d'une température à une autre ayant été assez rapide, les zéros des thermomètres n'ont pas pu prendre leur position définitive; il est facile de se mettre à l'abri de cette cause d'erreur par l'organisation des mesures; mais, en outre, les objectifs des microscopes étant très rapprochés des auges, ils ont pu subir l'influence de ces dernières, et éprouver de petits mouvements systématiques en passant d'une auge à l'autre. Une nouvelle détermination faite au moyen du même comparateur donnerait lieu au même doute. Mais j'ai déjà dit que le Bureau possède, à la Société genevoise, un comparateur auquel il suffira d'apporter les modifications jugées nécessaires pour qu'il puisse nous être livré. Le premier travail que nous exécuterons, dès que nous serons familiarisés avec cet instrument, sera la détermination absolu de la dilatation des mètres étalons.

Indépendamment des dilatations, on a fait aussi des comparaisons étendues, soit de nos étalons, soit des prototypes nationaux. Nous avions reconnu que les résultats obtenus différaient un peu, d'un observateur à l'autre, dans l'équation relative des règles portant des traits différents, lorsque les fils dans les microscopes de droite et de gauche du comparateur n'étaient pas parfaitement équidistants. Cette différence, qui était apparue très fortement dans la comparaison des règles hollandaises, munies de tracés très fins, devait être éliminée, si les observateurs, se plaçant alterna-

[1] *Voir* Mètres prototypes (*Travaux et Mémoires*, t. X, p. 19).

tivement devant et derrière le comparateur, échangeaient par là même les positions droite et gauche des microscopes.

Des observations organisées suivant ce plan nouveau ont été faites par MM. Pérard et Maudet en juillet 1922, où les règles 26 et T_3 ont été comparées, à une température voisine de 17°,8. Les résultats ci-après se rapportent à cette température.

	Devant.	Derrière.
	μ	μ
Pérard : 26 — T_3............	—0,31	—0,16
Maudet : 26 — T_3............	—0,37	—0,43
Moyenne..........	—0,34	—0,30

De nouvelles comparaisons ont été faites en octobre de la même année, entre 26, T_2 et T_3, effectuées à 15°,2; elles ont donné les résultats suivants :

	Pérard.	Maudet.	Moyenne.
	μ	μ	μ
26 — T_3.........	—0,40	—0,47	—0,43
T_3 — T_2.........	—3,18	—3,17	—3,17
T_2 — 26.........	+3,58	+3,63	+3,61

	Guillaume.	Pérard.	Maudet.	Moyenne.
	μ	μ	μ	μ
26 — T_3.......	—0,46	—0,39	—0,46	—0,44
T_3 — T_2......	—3,20	—3,17	—3,16	—3,18
T_2 — 26.......	+3,66	+3,57	+3,63	+3,62

Les résultats des deux dernières séries de comparaisons sont remarquablement concordants. Nous nous proposons de faire encore une comparaison semblable aux deux dernières, lorsque les mouches de 26 et T_3 auront été nettoyées.

Un nouveau groupe de déterminations de six prototypes nationaux a été fait par MM. Pérard et Maudet de mai à juillet 1922. Ce sont les nos 4 (France), 14 (Hongrie), 16 (Royaume-Uni), 18 (Allemagne), 27 (États-Unis), 30 (Serbie). Les résultats en sont reproduits ci-après; on y a joint ceux relatifs aux règles

précédemment comparées et les valeurs anciennes des autres règles de la série principale simplement ramenées à la même dilatibilité

Destination.	Numéros.	Équations à 0° : en 1888-1889.	en 1920-1922.	Différence
		μ	μ	μ
Italie.......	1	—1,00	—1,68	—0,68
Suisse......	2	—1,27	—1,42	—0,15
Norvège....	3	+0,38	+0,17	—0,21
France.....	4	—1,08	—1,08	0,00
Finlande....	5	+2,27	—	—
Bavière.....	7	+0,24	—	—
France.....	8	—0,42	—0,81	—0,39
Italie.......	9	—1,24	—	—
Portugal....	10	—0,69	—	—
Russie......	11	—0,55	—	—
Belgique....	12	—0,40	—0,55	—0,15
Bureau.....	13	+0,19	+0,16	—0,03
Hongrie....	14	—1,36	—1,88	—0,52
Autriche....	15	+0,95	—	—
Angleterre.	16	—0,59	—0,60	—0,01
Espagne.....	17	+0,95	+0,75	—0,20
Allemagne.	18	—1,17	—1,53	—0,36
Autriche....	19	+1,12	—	—
France.....	20	+0,96	+0,82	—0,14
Etats-Unis..	21	+2,54	—	—
Japon......	22	—1,16	—0,80	+0,36
Belgique....	23	—0,96	—	—
Espagne....	24	+1,91	+1,87	—0,04
Mexique....	25	+0,63	+0,47	—0,16
Bureau.....	26	+0,77	+1,15	+0,38
États-Unis.	27	—1,50	—1,41	+0,09
Russie......	28	+0,47	—	—
Suède......	29	—2,52	—2,50	+0,02
Serbie.....	30	+2,60	+2,83	+0,23

La variation de la règle **26** du Bureau avait déjà été signalé dans mes deux précédents Rapports.

En outre, les règles n^{os} **1** (Italie), **8** (France), **14** (Hongrie **18** (Allemagne), **22** (Japon), présentent des différences qi dépassent largement les erreurs d'observation. Quant à la règl serbe, qui avait été emportée dans la retraite de l'armée et qi

a gardé des traces des violences subies, on ne peut que se féliciter de la retrouver aussi voisine de sa valeur ancienne.

Craignant que les différences trouvées soient dues en partie à des déformations apparentes des traits produites par des incrustations, on les a comparées à nouveau (à l'exception de la règle 18, qui avait été soumise à des comparaisons étendues faites dans l'année 1901), après avoir nettoyé leurs surfaces polies. Ce travail, exécuté par MM. Pérard et Maudet, n'a pas donné de différences appréciables par rapport aux équations reproduites ci-dessus.

On peut déduire des comparaisons actuelles, rapprochées des comparaisons anciennes, un résultat très intéressant pour la variation de nos deux étalons d'usage 26 et T_3. La règle allemande, qui avait subi un accident, a été comparée en 1901 à ces étalons. On l'avait trouvée égale à $1^m - 1^{\mu},72$, et l'on avait conclu qu'elle avait éprouvé un raccourcissement d'environ $0^{\mu},7$. Or nous savons aujourd'hui qu'une partie de l'écart constaté est due à l'allongement de nos étalons d'usage, et effectivement, nous ne la trouvons plus raccourcie que de $0^{\mu},36$. En supposant que la règle allemande ne se soit pas modifiée depuis 1901, on en conclura que nos étalons avaient déjà subi leur allongement à cette époque. On en a une nouvelle preuve dans les résultats des comparaisons faites par MM. Fischer et Maudet en 1904, de l'étalon américain, auquel nous avions attribué un raccourcissement de $0^{\mu},39$, tandis que les observations nouvelles ne donnent pas de variation sensible. Ces deux comparaisons s'accordent donc à montrer que depuis 1901 (ou 1904), nos étalons d'usage ont parfaitement conservé leur longueur. Comme, d'autre part, les dernières comparaisons avec le Mètre prototype n° 6 avaient été faites en 1892, on peut en conclure que le changement s'est produit entre cette époque et 1901.

Une étude très intéressante a été faite par M. Volet, qui a comparé entre elles les trois longueurs voisines de 1^m qui se trouvent représentées respectivement sur les règles n° 1, n° 8 et n° 22 par les traits principaux et les traits auxiliaires qui encadrent ces derniers à un demi-millimètre de distance. Ces trois règles sont parmi celles qui ont subi les plus fortes variations, dont une, exceptionnellement, positive. L'ensemble des trois règles définit neuf longueurs distinctes, qui ont été comparées entre elles dans toutes les combinaisons possibles et dans deux positions symétriques des règles. Les pointés ont été faits d'abord sur la portion des traits transversaux compris entre les traits longitudinaux,

puis en pointant toute la portion du trait visible dans les microscopes; les résultats ont été ramenés au mètre, en supposant la même moyenne que ci-dessus pour les longueurs fondamentales des trois règles.

	1888-1889.	Traits limités.	Traits étendus.	δ.	δ'.	δ''.
m	μ	μ	μ	μ	μ	μ
$1_1 = 1$...	— 2,58	— 2,80	— 2,88	—0,22	—0,30	—0,08
$1_2 = 1$...	— 1,00	— 1,78	— 1,35	—0,78	—0,35	+0,43
$1_3 = 1$...	—14,45	—14,64	—14,46	—0,19	—0,01	+0,18
$8_1 = 1$...	—13,38	—13,88	—13,81	—0,50	—0,43	+0,07
$8_2 = 1$...	— 0,42	— 0,75	— 0,77	—0,33	—0,35	—0,02
$8_3 = 1$...	— 1,84	— 2,40	— 2,39	—0,56	—0,55	+0,01
$22_1 = 1$...	— 2,08	— 2,16	— 2,36	—0,08	—0,28	—0,20
$22_2 = 1$...	— 1,16	— 0,76	— 1,00	+0,40	+0,16	—0,24
$22_3 = 1$...	—11,88	—11,58	—11,74	+0,30	+0,14	—0,16

Les valeurs individuelles trouvées pour les longueurs fondamentales des trois règles diffèrent peu de celles obtenues par les comparaisons de 1920-1922, l'observateur s'étant astreint à pointer d'après les préceptes suivis dans les comparaisons précédentes. En comparant entre eux les nombres du Tableau, nous voyons d'abord, d'après les différences δ, que, pour la règle n° 1, les traits principaux semblent seuls avoir subi un fort déplacement; pour les deux paires de traits auxiliaires, le changement est voisin de — $0^{\mu},2$. Pour la règle n° 8, la distance des trois paires de traits a varié, la variation est encore plus grande sur les traits auxiliaires que sur les traits principaux; il semble donc que la barre elle-même ait changé de longueur. Pour la règle 22, enfin, la distance des traits principaux a varié au maximum, sans que l'on puisse rien tirer de précis des traits auxiliaires.

La seconde série de mesures montre, par les différences δ', pour la règle 1, un déplacement beaucoup moindre des traits principaux lorsqu'on pointe toute la partie visible; pour la règle 8, à peu près les mêmes résultats, et, pour la règle 22, des déplacements au total sensiblement moindres que dans le premier cas.

Les différences δ'' marquent l'écart des pointés entre les deux séries; une de ces différences est particulièrement forte, c'est elle qui se rapporte aux traits principaux de la règle n° 1.

J'ai relaté, dans mon précédent Rapport, que la Commission

néerlandaise des Poids et Mesures avait exprimé le désir de voir les étalons n^{os} 19 et 27, dont elle a la garde, comparés au Bureau avec nos étalons d'usage, et j'ai dit aussi que les résultats déjà obtenus alors avaient été peu satisfaisants, en raison de la différence considérable de la largeur des traits. Peu après la session du Comité, les comparaisons ont été reprises, et, pour la première fois, les observateurs se sont astreints à faire les pointés par moitié à l'avant et à l'arrière du comparateur. Les résultats des deux séries de mesures, effectuées respectivement aux températures de 14°,362 et de 18°,515, sont donnés ci-après :

	Pérard à 14°,362.	Maudet à 14°,362.	Différence.	Pérard à 18°,515.	Maudet à 18°,515.	Différence
	μ	μ	μ	μ	μ	μ
27-26....	+7,59	+8,17	−0,58	+7,75	+7,97	−0,22
26-19....	−7,42	−7,83	+0,41	−7,55	−7,62	+0,07
19-27....	−0,17	−0,34	+0,17	−0,20	−0,35	+0,15

On en déduit les équations :

$$19 = 1^m + 9^\mu,07, \qquad 19 = 1^m + 9^\mu,11,$$
$$27 = 1^m + 9^\mu,33, \qquad 27 = 1^m + 9^\mu,39.$$

Les dernières comparaisons doivent être considérées comme suffisamment concordantes, si l'on tient compte du fait que les traits des règles ne sont pas très visibles, et que les surfaces polies portent de nombreuses rayures. Les premières comparaisons conduisent à des résultats beaucoup plus discordants; mais la presque identité des équations obtenues par la première et la seconde série de mesures montre que les équations personnelles des deux observateurs sont presque égales en valeur absolue, et de signes contraires.

M. Pérard a consacré, comme par le passé, une grande partie de son temps à l'étude des méthodes interférentielles, notamment pour la mesure des quartz étalons. J'ai signalé, dans mon dernier Rapport, qu'il avait fait à l'interféromètre Michelson des comparaisons entre la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, prise comme étalon de référence, et les diverses longueurs d'onde des radiations à étudier. Cette étude avait été poussée jusqu'à la différence de marche de 5^{cm}. Elle a montré que les rapports obtenus pour une même radiation ne sont pas constants; ils varient systématiquement suivant la différence de marche à laquelle on exécute la comparaison. La radiation étudiée est, en

effet, toujours complexe, et le phénomène d'interférence résultant présente une visibilité et un excédent fractionnaire qui dépendent à la fois des amplitudes et des phases de toutes les composantes à la différence de marche considérée.

Indépendamment de leur utilité métrologique immédiate, les courbes obtenues pourraient être analysées et fourniraient des indications précieuses sur la constitution des diverses radiations. Quelques renseignements intéressants en ont déjà été tirés, comme, par exemple, la similitude de constitution des cinq raies du néon étudiées.

L'étude, maintenant, a été poursuivie jusqu'à 20^{cm}, valeur nécessaire à connaître pour mesurer le plus grand de nos quartz étalons, celui de 10^{cm}.

Les mesures des quartz ont été faites d'abord au moyen de l'appareil construit pour les étalons à bouts. Ce n'était qu'une détermination préliminaire, de laquelle on n'attendait aucun résultat définitif, mais qui, cependant, concorde avec les déterminations proprement dites, avec une précision de l'ordre du centième de micron.

Pour déterminer un étalon de quartz au moyen de cet appareil, on le place entre deux étalons Johansson collés par adhérence sur la plate-forme d'acier qui constitue l'une des surfaces réfléchissantes. Le quartz lui-même est supporté à une petite distance de cette surface, laquelle est mesurée par les interférences; la surface supérieure est, de son côté, rapportée aux faces voisines des deux calibres Johansson. Ces calibres peuvent servir à la fois à la détermination d'un quartz plus petit et d'un quartz plus grand qu'eux; ils ne figurent donc que comme intermédiaires, et leur valeur s'élimine par différence. Ainsi, les quartz se trouvent reliés les uns aux autres par échelons successifs. On a pu ainsi atteindre la longueur de 100^{mm}.

Mais la mesure principale a été faite au moyen de l'interféromètre Michelson; la précédente servait seulement à la préparer.

On se souvient que deux méthodes avaient été prévues pour ce travail. La première qui mettait en œuvre, pour les quartz de 100^{mm}, des interférences d'un ordre de 600000, n'a pu encore être appliquée que jusqu'à 50^{mm}. La seconde méthode, au contraire, qui n'exige qu'un ordre d'interférence de 320000, est actuellement en cours, avec les nouvelles glaces données au Bureau par M. Michelson, et qui ont été, ces jours derniers, argentées de façon satisfaisante.

Les déterminations par la première méthode ont comporté de nombreuses mesures de tous les quartz depuis 1^{mm} jusqu'à 50^{mm}, faites à différentes températures, et qui se sont montrées extraordinairement précises; elles ont fourni des indices (rayon ordinaire) du quartz pour les différentes radiations utilisées, et leur variation avec la température de 5° à 25°.

Sans posséder les résultats définitifs, nous avons déjà des valeurs approchées de tous les éléments de ce grand travail de mesure des étalons en quartz, qui était inscrit depuis longtemps au programme de recherches du Bureau, et qui a été conduit avec une méthode et une persévérance remarquables. Le labeur eût excédé ce que pouvait faire un opérateur seul; mais M. Pérard a été constamment aidé dans ce travail par M. Bonhoure. M. Maudet, de son côté, a bien voulu se charger de quelques-uns des calculs fondamentaux. M^lle^ Becker et M. Jeannot ont fait de nombreuses réductions.

Grâce à cet ensemble de travaux, le Bureau est maintenant à même de recevoir, pour leur détermination, des quartz appartenant à divers instituts métrologiques, afin de créer l'unification dans le domaine des mesures interférentielles (1).

Je signalerai d'autres travaux de moindre importance qu'a exécutés M. Pérard, tels que l'ajustage et la mesure d'un petit support en nickel et d'un autre en platine, formés chacun d'une bague avec trois surépaisseurs, destinées à prendre à l'appareil Fizeau la place des pointes, dont il est difficile d'évaluer l'écrasement. Une étude sous des charges croissantes a déjà été faite de ces deux trépieds, de telle sorte qu'on éliminera la légère incertitude qui reste encore dans les mesures. Ces bagues présentent un autre avantage : celui de permettre d'opérer sur la même face de la plate-forme, que l'on est obligé aujourd'hui de retourner pour passer des mesures absolues à la détermination des échantillons. Une modification de la première enveloppe de l'appareil est prévue, de manière à permettre de voir simultanément l'échantillon et la plate-forme du trépied, et à rendre possible la mesure interférentielle de leur distance au plan supérieur.

Un dispositif particulier a été exécuté aussi pour permettre la mesure des broches à bouts sphériques par le moyen de plans qu'on applique sur elles, et dont on détermine la position par les interférences. Ce dispositif a servi à la mesure de divers étalons.

(1) *Procès-Verbaux*, session de 1921, p. 79.

De même, on a effectué la mesure interférentielle directe des calibres Johansson depuis 5^{mm} jusqu'à 100^{mm}.

Ces travaux ont comporté des recherches accessoires, telles que celle sur les lampes au cadmium, dont la pression interne peut varier de $0^{mm},15$ à $0^{mm},80$, leur durée de vie et l'intensité de leur rayonnement étant d'autant moindres que la pression est plus faible; par contre, sous une faible pression, leur spectre est plus pur et les radiations émises sont plus monochromatiques; suivant l'usage auquel on les destine, les lampes devront être établies avec une pression plus ou moins forte dans les limites indiquées ci-dessus.

M. Maudet est resté chargé de la direction des travaux géodésiques, dont l'importance va sans cesse en croissant, en raison de la multiplicité des bases mesurées, et de la nécessité d'effectuer un contrôle des fils entre les mesures. La liste des certificats délivrés indique le nombre des études exécutées dans ce but.

De nouveaux tracés ont été pratiqués sur notre règle géodésique I_4, et ils ont donné lieu à une détermination très précise, qui a été précédée par une comparaison de la règle d'invar qui sert à cet usage.

Une nouvelle mesure de la base a été faite ensuite en octobre 1922. De semblables déterminations devraient pouvoir être exécutées à des intervalles plus fréquents; mais l'installation rudimentaire de notre base murale rend ces déterminations pénibles et compliquées. Le Comité a déjà reconnu qu'il était urgent de remplacer notre base usuelle par un organisme plus parfait. Ce sera l'une des tâches de l'exercice prochain.

M. Maudet a continué à calculer périodiquement la dilatation de notre base, que l'on déduit de ses comparaisons avec les fils. Or, le mur qui la supporte, et qui était bien compact lorsque nous l'avons installée, présente maintenant une fissure qui s'agrandit ou se resserre suivant les saisons, de telle sorte que les mesures deviennent en partie illusoires. Tandis que nous avions, jusqu'en 1915, des nombres bien concordants, la dilatation apparente de la base varie entre $0^{mm},122$ et $0^{mm},144$ par degré.

On a effectué des mesures de fils, après une exposition à l'air libre, alors que la température était élevée, afin de connaître la rapidité avec laquelle les fils prennent leur valeur définitive à toute nouvelle température. Ce travail était devenu nécessaire parce que, très souvent, en campagne, les fils sont utilisés à une température élevée, tandis que, pendant la nuit, ils sont conse-

à une température basse. Cette étude demande à être poursuivie.

On peut signaler la détermination de la dilatation de cinq échantillons prélevés sur des bottes de fil d'invar constituant notre approvisionnement, et d'un échantillon prélevé sur un fil de Suède.

Un grand travail a été fait sur une règle géodésique appartenant à l'Administration des Monnaies à Stockholm, qui a été complètement étudiée, et comparée avec la règle I_3 du Bureau; en outre, l'étude des millimètres de cette règle a été faite. Ce travail a été exécuté en collaboration avec M. Bonhoure.

Mais M. Maudet s'est occupé de nombre d'autres déterminations, tant aux comparateurs qu'aux balances.

Au comparateur Brunner, il a fait une mesure très soignée de l'écartement des fils des micromètres, avant leur envoi à Genève et après leur retour, lorsqu'ils eurent été replacés.

Il a déterminé la valeur de trois décimètres destinés respectivement à la Sorbonne, à la Chambre Centrale des Poids et Mesures de Russie et à la République Tchécoslovaque; il a établi la valeur de plusieurs étalons Johansson et de divers étalons à bouts, au moyen de la machine à mesurer. Enfin, il a effectué trois mesures de quatorze tiges d'invar, issues de la même coulée, et qu'il suit régulièrement depuis vingt-cinq ans.

J'ai déjà fait une allusion au rapport du yard au mètre, dont la détermination a été entreprise sur l'initiative du Standards Office et du National Physical Laboratory, et pour laquelle notre coopération nous a été demandée. Dans mon Rapport présenté à la session de 1920, j'ai mentionné la règle en nickel qui avait été spécialement divisée dans ce but, et qui permet, par un étalonnage, de déterminer des longueurs approximativement égales à 1 yard et à 1 mètre; il suffit dès lors de comparer les intervalles respectifs au mètre et au yard pour obtenir une relation entre ces deux longueurs.

La mesure faite en 1920 avait été considérée comme une étude préliminaire de la règle n° 184, et l'on n'avait pas recherché toute la précision possible. D'ailleurs, les dimensions mêmes de la règle ne permettaient pas son retournement, et il a fallu, comme je l'ai dit, modifier le comparateur Brunner pour arriver à faire les comparaisons dans toutes les combinaisons de position par rapport aux microscopes et à l'observateur. M. Sears, chargé de ce travail à Londres, avait exprimé le désir que toutes les garanties fussent données aux nouvelles mesures, et c'est pour cela qu'on a entrepris des comparaisons en série fermée des règles n^{os} 16

et 184 avec les règles 26 et T_3. M. Maudet a été chargé de tout ce travail; nous n'avons pas pu le réduire définitivement, parce que la question des coefficients de dilatation est encore en suspens, comme nous l'avons vu. Nous avons seulement donné les valeurs qui nous paraissent aujourd'hui les plus probables.

Dans la section des pesées, M. Maudet a poursuivi l'étude de nos deux kilogrammes en baros, n^{os} 7 et 8, ainsi que des deux kilogrammes n^{os} 9 et 9 *bis*, également en baros, dont l'un avait été recuit tandis que l'autre était à l'état naturel. Il a fait aussi de nombreuses pesées de lames de baros traitées comme les derniers kilogrammes, mais qui, ayant une beaucoup plus grande surface, devaient exagérer le phénomène constaté dans les premiers.

Ces recherches ont été interrompues, parce que nous étudions, en commun avec la Direction des Inventions et la Société de Commentry-Fourchambault, la possibilité de fondre le baros dans le vide; l'installation est prête, et les premières expériences seront faites incessamment.

Nos séries O et O_e du Bureau, souvent employées dans ces derniers temps, ne montraient plus une parfaite concordance. M. Maudet a fait un étalonnage complet de la série O_e, et il lui a comparé les pièces de la série O, de telle sorte que nos pesées offrent maintenant plus de garantie. Les pesées qu'il a effectuées ont montré la nécessité de s'assurer contre l'usure possible de nos pièces étalons.

M. Volet a travaillé surtout au comparateur à dilatation.

Il a commencé par une étude serrée des erreurs progressives et des erreurs périodiques des micromètres. Pour les premières, il a trouvé que les erreurs avaient tendance à augmenter dans le cours du temps, les courbes qui les représentent se creusant de plus en plus. Pour les erreurs périodiques, il a appliqué une méthode nouvelle permettant de déterminer simultanément les corrections de deux révolutions par un système analogue à celui du calibrage croisé. Ce procédé simplifie beaucoup les observations et abrège considérablement les calculs. Ces études ont révélé des erreurs de $^1/_{10}$ de micron sur l'un des micromètres et de $^3/_{10}$ sur l'autre.

Une autre recherche a été consacrée à la dilatabilité du marbre blanc, pour lequel les données existantes discordent beaucoup. Tout d'abord, on a reconnu que le marbre est très hygrométrique, et qu'il faut le maintenir constamment dans l'eau jusqu'à ce qu'il ait atteint la saturation, si l'on veut obtenir des résultats

utilisables. Même alors, les observations montrent des irrégularités qui atteignent le centième de millimètre. La moyenne de toutes les mesures a conduit aux coefficients $\alpha_0 = -1,0.10^{-6}$; $\beta = +162.10^{-9}$. On voit donc que la longueur d'un échantillon donné de marbre passe par un minimum entre 0° et 1°, et qu'ensuite, il augmente d'une façon accélérée. Le coefficient de dilatation à 20° atteint déjà $5,5.10^{-6}$. La valeur minima au voisinage de 0° a été observée au Bureau of Standards par M. Wilmer H. Souder.

M. Volet a fait une étude de cinq laitons au nickel que M. Léon Guillet nous avait donnés. Ces alliages, qui se travaillent facilement et qui peuvent rendre des services à l'industrie, ne sont pas utilisables en métrologie; leur coefficient de dilatation est voisin de 18.10^{-6}, leur élasticité est d'environ 9000^{kg} par millimètre carré : enfin, ils éprouvent, par l'étuvage, des variations de grande amplitude.

La Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville avait mis à notre disposition six échantillons d'invar contenant du vanadium; empêché par l'état de ma santé d'entreprendre leur étude, comme j'en avais l'intention, j'ai chargé M. Volet d'exécuter les mesures. On a constaté d'abord que le vanadium reporte, vers les hautes teneurs en nickel, les basses dilatations, dont le minimum a été fixé à 35,6 de nickel pour l'invar type. Avec 1 pour 100 de vanadium, le minimum serait au voisinage de 37 pour 100 et c'est aussi à cette teneur que le coefficient β serait nul. L'effet du vanadium sur la stabilité n'a pas été mise en évidence de façon bien nette, parce que les alliages en question étaient trop riches en carbone. Cette étude sera poursuivie.

Parmi les travaux divers faits au comparateur à dilatation, je signalerai l'étude des échantillons témoins de la règle géodésique suédoise et des étalons à bouts de la Section technique de l'Artillerie. Il était nécessaire, pour ces derniers, de déterminer la dilatabilité des aciers employés qui, à l'époque où il était très difficile de se procurer des métaux usuels, ont été fabriqués au moyen d'acier doux cémenté à la surface. Le résultat de ces mesures est :

$$\alpha = +11,426.10^{-6}, \qquad \beta = +4,74.10^{-9}.$$

M. Volet s'est chargé également des travaux thermométriques, peu nombreux, que nous avons eu à faire dans les années écoulées. Je dirai, à ce propos, qu'en suite d'une démarche faite auprès de M. Delloye, directeur général des Glaceries de Saint-

Gobain, nous avons obtenu que fût reprise la fabrication du verre dur, qui a été abandonnée par la verrerie Martin, à Saint-Denis. Une intervention auprès de divers constructeurs place maintenant la thermométrie en meilleure posture.

En 1893, j'avais déjà entrepris de photographier les mouches de nos étalons, mais le défaut de ressources avait bientôt mis fin à ce travail. Il a été repris depuis lors par M. Pérard d'abord, par M. Bonhoure ensuite, et enfin par M. Volet, chaque fois avec un nouveau progrès. A la suite des essais qu'il a faits, M. Volet s'est enquis des méthodes micrographiques, et a vu qu'on pouvait obtenir des images beaucoup plus parfaites que tout ce que nous avons réalisé au Bureau ; nous pourrions ainsi, pour les règles importantes, rassembler des documents authentiques de l'état des traits à une époque déterminée. Il y aurait lieu sans doute d'acquérir, pour le Bureau, un appareil adapté à ces recherches.

Pour ne plus perdre de temps lorsque la Convention du 6 octobre 1921 sera ratifiée, nous avons entrepris de rassembler toutes les publications qui ont été faites sur les unités et étalons électriques. M. Volet s'est chargé de collectionner et de cataloguer ces travaux.

Le concours que M. Bonhoure a prêté d'une façon presque continue aux travaux de M. Pérard, et occasionnellement à ceux de M. Maudet, ne l'ont pas empêché d'exécuter quelques travaux personnels. Il a pris la charge du comparateur automatique, au moyen duquel il a déterminé neuf étalons appartenant à la Section technique de l'Artillerie, sept broches dont la valeur a été demandée par la Compagnie Thomson-Houston, une en acier nickel que le professeur Petrelius avait envoyée au Bureau, et qui a été mesurée à diverses températures, afin de connaître sa dilatation, enfin, trois broches dont l'étude a été demandée par MM. Josef et Jan Fric, à Prague.

Mais il a surtout exécuté un grand travail de détermination, par la méthode d'Airy, de notre série principale des broches progressant de $0^{m},1$ à 1^{m}. Il a été fait en tout trois groupes de comparaisons où des broches de diverses longueurs intervenaient dans des combinaisons différentes. Le résultat de ce travail, rapproché de ceux des déterminations de 1909 et 1913, a montré, à une seule exception près, que les broches se sont allongées depuis le début ; pour certaines d'entre elles, la variation dépasse 1^{μ}. Étant donnée la précision exigée aujourd'hui des mesures industrielles, on voit que cette détermination répondait à un besoin.

CERTIFICATS

DÉLIVRÉS DU 1er SEPTEMBRE 1921 AU 31 AOUT 1923.

N°	Date			Objet	Destinataire
1.	1921	Oct.	3.	Quatre fils de 24m, nos 127, 128, 129 et 169 (addition).......	Service du Cadastre de l'Uruguay.
2.	»	»	12.	Deux rubans de 4m et 8m en invar, nos 2109 T_2 et 1950 L_3 n° 3....................	Service géographique militaire du Brésil.
3.	»	»	15.	Addition aux certificats des kilogrammes prototypes nos 28 et 37....................	Royaume de Belgique.
4.	»	»	18.	Trois rubans de 24m, nos 14, 16 et 19..................	National Physical Laboratory, Teddington.
5.	»	»	25.	Quatre fils de 24m, nos 565, 566, 567 et 568 (addition).......	Service géographique de l'Armée française, Paris.
6.	»	Nov.	20.	Deux fils de 24m, nos 576 et 633.	M. J. Walter, à Londres.
7.	1922	Janv.	8.	Quatre fils de 24m, nos 560, 561, 562 et 563 (addition).......	Service des Arpentages d'Egypte.
8.	»	»	31.	Quatre fils de 24m, nos 634, 635, 636 et 637.................	Institut géodésique de Finlande, Helsingfors.
9.	»	Fév.	28.	Huit étalons à bouts..........	Section technique de l'Artillerie, Paris.
10.	»	Mars	1.	Un cylindre étalon de 2mm,....	Section technique de l'Artillerie, Paris.
11.	»	»	25.	Douze fils de 24m, nos 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648 et 649........	Monnaie Royale suédoise, Stockholm.
12.	»	»	30.	Étalon décimétrique n° 74.....	Laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences, Paris.
13.	»	Avril	15.	Quatre fils géodésiques de 24m, nos 46, 48, 619 et 620 (addition)	Service géographique de Norvège, Christiania.
14.	»	Mai	10.	Une pièce de 10g en platine....	École technique supérieure, Trondhjem.
15.	»	Juin	25.	Cinq fils géodésiques de 24m, A_{25}, A_{39} et nos 27, 550, 551 et un de 8m n° 552............	Section géographique de l'Etat-Major général Serbe, Croate, Slovène, Belgrade.
16.	»	Juill.	2.	Cinq fils géodésiques de 25m nos 662, 663, 664, 665, 666 et un de 8m, n° 575..........	Service géographique de l'armée japonaise. Tokio.

Gobain, nous avons obtenu que fût reprise la fabrication du verre dur, qui a été abandonnée par la verrerie Martin, à Saint-Denis. Une intervention auprès de divers constructeurs place maintenant la thermométrie en meilleure posture.

En 1893, j'avais déjà entrepris de photographier les mouches de nos étalons, mais le défaut de ressources avait bientôt mis fin à ce travail. Il a été repris depuis lors par M. Pérard d'abord, par M. Bonhoure ensuite, et enfin par M. Volet, chaque fois avec un nouveau progrès. A la suite des essais qu'il a faits, M. Volet s'est enquis des méthodes micrographiques, et a vu qu'on pouvait obtenir des images beaucoup plus parfaites que tout ce que nous avons réalisé au Bureau ; nous pourrions ainsi, pour les règles importantes, rassembler des documents authentiques de l'état des traits à une époque déterminée. Il y aurait lieu sans doute d'acquérir, pour le Bureau, un appareil adapté à ces recherches.

Pour ne plus perdre de temps lorsque la Convention du 6 octobre 1921 sera ratifiée, nous avons entrepris de rassembler toutes les publications qui ont été faites sur les unités et étalons électriques. M. Volet s'est chargé de collectionner et de cataloguer ces travaux.

Le concours que M. Bonhoure a prêté d'une façon presque continue aux travaux de M. Pérard, et occasionnellement à ceux de M. Maudet, ne l'ont pas empêché d'exécuter quelques travaux personnels. Il a pris la charge du comparateur automatique, au moyen duquel il a déterminé neuf étalons appartenant à la Section technique de l'Artillerie, sept broches dont la valeur a été demandée par la Compagnie Thomson-Houston, une en acier nickel que le professeur Petrelius avait envoyée au Bureau, et qui a été mesurée à diverses températures, afin de connaître sa dilatation, enfin, trois broches dont l'étude a été demandée par MM. Josef et Jan Fric, à Prague.

Mais il a surtout exécuté un grand travail de détermination, par la méthode d'Airy, de notre série principale des broches progressant de $0^{m},1$ à 1^{m}. Il a été fait en tout trois groupes de comparaisons où des broches de diverses longueurs intervenaient dans des combinaisons différentes. Le résultat de ce travail, rapproché de ceux des déterminations de 1909 et 1913, a montré, à une seule exception près, que les broches se sont allongées depuis le début; pour certaines d'entre elles, la variation dépasse 1^{μ}. Étant donnée la précision exigée aujourd'hui des mesures industrielles, on voit que cette détermination répondait à un besoin.

CERTIFICATS

DÉLIVRÉS DU 1er SEPTEMBRE 1921 AU 31 AOUT 1923.

N°	Année	Mois	Jour	Objet	Destinataire
1.	1921	Oct.	3.	Quatre fils de 24^m, nos 127, 128, 129 et 169 (addition).......	Service du Cadastre de l'Uruguay.
2.	»	»	12.	Deux rubans de 4^m et 8^m en invar, nos 2109 T_2 et 1950 L_3 n° 3......................	Service géographique militaire du Brésil.
3.	»	»	15.	Addition aux certificats des kilogrammes prototypes nos 28 et 37.....................	Royaume de Belgique.
4.	»	»	18.	Trois rubans de 24^m, nos 14, 16 et 19..................	National Physical Laboratory, Teddington.
5.	»	»	25.	Quatre fils de 24^m, nos 565, 566, 567 et 568 (addition).......	Service géographique de l'Armée française, Paris.
6.	»	Nov.	20.	Deux fils de 24^m, nos 576 et 633.	M. J. Walter, à Londres.
7.	1922	Janv.	8.	Quatre fils de 24^m, nos 560, 561, 562 et 563 (addition).......	Service des Arpentages d'Egypte.
8.	»	»	31.	Quatre fils de 24^m, nos 634, 635, 636 et 637.................	Institut géodésique de Finlande, Helsingfors.
9.	»	Fév.	28.	Huit étalons à bouts..........	Section technique de l'Artillerie, Paris.
10.	»	Mars	1.	Un cylindre étalon de 2^{mm},....	Section technique de l'Artillerie, Paris.
11.	»	»	25.	Douze fils de 24^m, nos 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648 et 649........	Monnaie Royale suédoise, Stockholm.
12.	»	»	30.	Étalon décimétrique n° 74.....	Laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences, Paris.
13.	»	Avril	15.	Quatre fils géodésiques de 24^m, nos 46, 48, 619 et 620 (addition)	Service géographique de Norvège, Christiania.
14.	»	Mai	10.	Une pièce de 10^g en platine....	École technique supérieure, Trondhjem.
15.	»	Juin	25.	Cinq fils géodésiques de 24^m, A_{35}, A_{39} et nos 27, 550, 551 et un de 8^m n° 552............	Section géographique de l'Etat-Major général Serbe, Croate, Slovène, Belgrade.
16.	»	Juill.	2.	Cinq fils géodésiques de 25^m nos 662, 663, 664, 665, 666 et un de 8^m, n° 575..........	Service géographique de l'armée japonaise. Tokio.

17.	[illegible]	Juill.	12.	Deux fils géodésiques de 24^m, n^{os} 650 et 651..............	Stadsingenjörskontoret, Hälsingsborg.
18.	»	»	15.	Une réglette étalon en acier-nickel à 42 pour 100........	Northwestern University, Evanston.
19.	»	»	18.	Neuf broches................	Compagnie française Thomson-Houston.
20.	»	Sept.	25.	Quatre fils géodésiques de 24^m, n^{os} 565, 566, 567 et 568 (addition)......................	Service géographique de l'Armée française, Paris.
21.	»	Oct.	5.	Un fil géodésique de 24^m, n° 652.	Service des travaux publics de l'État d'Alep.
22.	»	»	15.	Un étalon décimétrique n° 46..	Faculté des Sciences de Caen.
23.	»	Nov.	[illegible]	Deux fils géodésiques de 24^m, n^{os} 1 et 2..................	Société anonyme d'Hérouville, Crusnes.
24.	»	»	15.	Deux calibres étalons de 10^{mm} et 100^{mm}..................	M. E. Johansson, Eskilstuna.
25.	»	Déc.	1.	Un mètre en invar, n° 193....	Bureau Central des Poids et Mesures, Belgrade.
26.	»	»	1.	Un mètre en laiton, n° 78.....	
27.	»	»	1.	Un mètre en laiton, n° 104....	
28.	»	»	1.	Un mètre en laiton, n° 98.....	
29.	»	»	2.	Une réglette de 1^{dm} en acier-nickel...................	
30.	»	»	5.	Un comparateur de moyenne précision..................	
31.	»	»	28.	Deux fils géodésiques de 24^m, n^{os} 653 et 654..............	MM. Smith and son Ltd., Bangkok.
32.	»	»	29.	Deux fils géodésiques de 24^m, n^{os} A_{40} et A_{45} (addition)....	Section technique du Cadastre de la Seine.
33.	1923	Janv.	6.	Trois fils géodésiques de 24^m, 235, 236 et 237.............	Service du Cadastre et de la Topographie d'Indo-Chine.
34.	»	»	15.	Quatre fils géodésiques de 24^m, n^{os} 655, 656, 657 et 658.....	Conseil de la Concession française de Changhaï.
35.	»	»	16.	Un étalon décimétrique, n° 28..	Chambre Centrale des Poids et Mesures, Pétrograd.
36.	»	»	20.	Trois fils géodésiques de 24^m, RAK 1, 2 et 3............	État-major de l'armée suédoise.
37.	»	Févr.	21.	Dilatation de trois tiges d'invar.	M. Riefler, à Munich.
38.	»	Mars	10.	Quatre fils géodésiques de 24^m, n^{os} 659, 660, 661, 667 et un de 8^m, n° 577..............	Institut géodésique et statistique d'Espagne, Madrid.

39.	1923	Mars	11.	Deux pièces en baros de 1^{g} et 100^{g}	Laboratoire de Chimie générale de l'Université de Bruxelles.
40.	»	»	11.	Trois pièces en platine de 500^{mg}, 100^{mg} et 10^{mg}	
41.	»	»	12.	Quatre règles de nivellement..	Institut géographique militaire, Prague.
42.	»	»	13.	Un fil de 8^{m}, n° 570	Conseil de la Concession française de Changhaï.
43.	»	»	25.	Quatre fils géodésiques de 24^{m}, A_{25}, A_{26} et n^{os} 122 et 123 (addition)	Mission militaire française du Pérou.
44.	»	»	31.	Un étalon décimétrique, n° 68.	Gouvernement Tchécoslovaque, Prague.
45.	»	Avril	20.	Quatre fils géodésiques de 24^{m}, n^{os} 565, 566, 567 et 568 (addition)	Service géographique de l'Armée française, Paris.
46.	»	Mai	5.	Un étalon géodésique de 4^{m} en invar	Monnaie Royale suédoise, Stockholm.
47.	»	Avril	30.	Six rubans de 4^{m} en invar	Bureau technique du Ministère des Colonies, La Haye.
48.	»	Mai	10.	Un étalon décimétrique, n° 57..	Bureau of Standards, Washington.
49.	»	»	10.	Un étalon décimétrique, n° 61.	
50.	»	Juin	6.	Six fils géodésiques de 24^{m}, A_{23}, A_{27}, A_{33} et n^{os} 550, 551 et 552 (addition)	Section géographique de l'État-Major général Serbe-Croate-Slovène, Belgrade.
51.	»	»	8.	Six fils géodésiques de 24^{m}, n^{os} 669, 670, 671, 672, 677 et 678 et un fil de 8^{m}, n° 578.	Ministère des Travaux publics, Varsovie.
52.	»	»	10.	Deux fils géodésiques de 24^{m}, n^{os} 679 et 680, et un de 8^{m}, n° 591	Institut géodésique de l'Université de Belgrade.
53.	»	»	12.	Un calibre de 3^{mm}	Section technique de l'Artillerie, Paris.
54.	»	»	12.	Sept étalons à bouts sphériques.	
55.	»	»	22.	Quatre pièces de 500^{g}, 100^{g}, 10^{g} et 1^{g} en baros et trois pièces de 500^{mg}, 100^{mg} et 10^{mg} en platine	MM. Josef et Jan Fric, Prague.
56.	»	»	22.	Dilatation d'une tige d'acier...	Section technique de l'Artillerie, Paris.

57.	1923 Juill. 10.	Un étalon de 1^m, à bouts sphériques....................	École technique supérieure de Finlande, Helsingfors.
58.	» » 10.	Une règle de 1^m en acier-nickel à 42 pour 100, n° 177......	
59.	» » 12.	Une règle en acier-nickel, n° 121 R..................	École polytechnique, Prague.
60.	» » 28.	Trois broches de 100^{mm}, 200^{mm} et 400^{mm}..................	MM. Josef et Jan Fric, Prague.
61.	» Août 20.	Une règle invar S. G., n° 42..	Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris.

RAPPORTS.

1.	1922 Déc. 31.	Prototypes néerlandais........	Commission néerlandaise des Poids et Mesures.
2.	1923 Juill. 11.	Étude des règles 16 et 184....	National Physical Laboratory, Teddington.

NOTES D'ÉTUDE.

1.	1922 Juill. 15.	Étalon de 3^m d'un comparateur pour mires de nivellement...	Service géographique de l'Armée française.
2.	» Nov. 22.	Diamètre de vingt billes d'acier.	M. Gentil, Courbevoie.

V. — COMPTES.

Nous donnerons d'abord le bilan de chacun des chapitres de la comptabilité, en renvoyant, pour le détail des Comptes III, IV et V, à des tableaux annexes; comme précédemment, ces tableaux couvriront six exercices, afin de faciliter les comparaisons.

COMPTE I.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT ET D'AMÉLIORATION DU MATÉRIEL SCIENTIFIQUE.

	fr
D'après les *Procès-Verbaux* de 1921 (p. 24), le Compte I possédait, au début de l'exercice 1921, un actif disponible de............................	94364,53
Il s'est augmenté, au cours des exercices 1921 et 1922, de la contribution d'entrée de la Finlande dans la Convention du Mètre.........................	2435,00
et des sommes provenant des taxes de vérification...	3928,50
Total................	100728,03

Il a été débité des sommes énumérées ci-après :

	fr
Remboursement au Brésil, pour sa contribution d'entrée, part de la Russie 1920	834
Installation du courant électrique	31994,25
Installation du chauffage central	24321,00
Pompe à vide	1025,70
Total	58174,95
Solde actif	42553,08

COMPTE II.

FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

	fr
Le Compte II avait, à la fin de 1921, un actif disponible de	10436,85
Il lui a été imputé, pour la confection des étuis des règles T_1 et T_2	360,05
Il lui reste donc, à la fin de 1922, un actif de	10076,80

COMPTE III.

FRAIS ANNUELS.

	fr
Au début de l'exercice 1921, le Compte III possédait un actif disponible de	123737,41
Pendant les exercices 1921 et 1922, ses recettes ont été de	372651,49
suivant le détail donné au Tableau III_a.	
Total	496388,90
Les dépenses qui ont été portées à ce compte au cours de ces exercices se sont élevés à	391530,88
suivant détail du Tableau III_b.	
On le trouve donc, à la fin de l'exercice 1922, avec un actif disponible	104858,02

Ce compte reste, en outre, créditeur d'une somme de 147543^{fr},75 (au pair) sur les États ayant différé le versement de leurs contributions.

COMPTE IV.

CAISSE DE SECOURS ET DE RETRAITES.

La Caisse de secours et de retraites possédait, au commencement de 1921, un actif de.................. dont 74244fr,70 en rente française 3 % (valeur d'achat) et 2126fr,65 en espèces en caisse.	76371fr,35
Au cours des exercices 1921 et 1922, elle a reçu les sommes détaillées au Tableau IV_a, formant ensemble	18338,55
Total................	94709,90
Les sommes payées par elle et détaillées au Tableau IV_b montent à..................................	20318,45
Il résulte de là que, à la fin de l'exercice 1922, il figure à son actif une somme de........................	74391,45

Se décomposant comme suit :

2309fr de rente 3 % représentant : valeur d'achat.......................... 74244fr,70

Espèces en caisse...................... 146fr,75

Le Compte III a fait, à la Caisse de retraites, des avances montant, au 30 juin 1922, à un total de...........	57499,80
Du 1er juillet au 31 décembre 1922, elle a remboursé, sur cette somme, au Compte III, en espèces.......	6172,65
Elle reste donc débitrice de........................	51327,15
Pour évaluer l'avoir réel du Compte IV, il faudrait porter les titres de rente susnommés, non point au cours d'achat, mais au cours moyen actuel ; on arriverait ainsi à une somme d'environ...............	44000fr
Si l'on s'était décidé à réaliser les titres de la Caisse, elle aurait eu, à la fin de 1922, une dette d'environ qui, vraisemblablement, s'atténuera dans les années à venir.	7000fr

COMPTE V.

FONDS DE RÉSERVE.

L'accroissement de ce compte provient des intérêts de son capital, car, le budget de 1922 dépassant légèrement les recettes,

le Comité n'a pas jugé à propos de faire en sa faveur un prélèvement sur le Compte III.

	fr
Au commencement de 1921, le Compte V possédait 5328fr de rentes françaises diverses, représentant, valeur d'achat	123179,60
et un solde d'espèces en caisse de	2193,90
Total	125373,50
Ses intérêts, au cours des exercices 1921 et 1922, forment un total de	10642,25
Il possédait, en conséquence, à la fin de 1922	136015,75

Représentés par 2247fr de rente 3 % ancienne,
1085 de rente 5 %,
284 de rente 4 % 1917,
1512 de rente 6 %,
200 en obligations du Crédit National
et 13151fr,40 en espèces en caisse.

Le Tableau V_b indique une acquisition de 6500fr de Bons du Trésor pour le prix de 6184fr,75 en 1921. Ces Bons ont été remboursés en 1922, et il a été souscrit alors 24 obligations communales du Crédit Foncier de France qui absorberont la plus grande partie du solde en espèces indiqué ci-dessus. Cette opération n'était pas liquidée le 31 décembre 1922. Son détail sera donné aux comptes de 1923.

TABLEAU IIIa. — *Recettes du Compte III.*

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
CONTRIBUTIONS DES ÉTATS :							
Réglementaires de l'année.........	fr 48843,00	fr 63319,00	fr 61156,00	fr 55961,00	fr 26285,00	fr 45698,44	fr 111147,40
Arriérées.........................	13946,75	34482,00	12233,69	13416,31	60991,00	128477,05	75039,28
Anticipées........................	—	584,00	10,00	—	3084,55	2222,05	1199,25
Remboursement de la Caisse des retraites.........................							2818,45
Totaux.......	62789,75	98385,00	73399,69	69377,31	90360,55	176397,54	190904,38
INTÉRÊTS BONIFIÉS :							
Par Caisse des Dépôts.............	3143,35	3156,65	3073,97	2712,73	1759,01	1436,22	1169,37
Par Banquiers.....................	664,90	1084,85	789,85	962,84	932,81	1139,64	1604,34
Totaux.......	3808,25	4241,50	3863,82	3675,57	2691,82	2575,86	2773,71
Étalons décimétriques.............	—	—	—	200,00	—	—	—
Totaux.......	66598,00	105626,50	77263,51	73252,88	93052,37	178973,40	193678,09

TABLEAU IIIb. — *Depenses du Compte III.*

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
PERSONNEL :							
Directeur, Adjoints, Assistants, Calculateurs, Mécanicien, Personnel auxiliaire	fr 35943,00	fr 38335,50	fr 42526,05	fr 75034,80	fr 89918,55	fr 120389,85	fr 127780,20
Avance à la Caisse des retraites	11000,00	4641,75	8704,00	8708,40	8708,40	4948,40	—
INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE	6000,00	6000,00	3500,00	6000,00	6000,00	6000,00	8000,00
FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION :							
Entretien des bâtiments, dépendances et mobilier	12125,15	6771,75	6854,10	11044,15	13996,55	11427,80	20401,20
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire	2158,60	964,25	1558,75	1885,65	6129,00	5202,95	5070,75
Frais de chauffage et d'éclairage, gaz pour laboratoire et moteur	5567,25	4925,95	6241,70	4565,95	20807,25	8634,70	12728,87
Concession d'eau	72,90	68,55	69,90	—	249,30	—	199,20
Primes d'assurance	1683,40	1003,80	1151,95	845,20	1502,85	1418,10	1331,85
Bibliothèque	640,40	215,90	215,80	198,45	543,50	981,80	3530,50
Frais d'impressions et publications	1064,05	6489,60	5891,25	—	5665,60	22814,95	7583,35
Frais de bureau et de secrétariat	1224,25	1014,05	870,40	1457,55	3616,55	3995,35	3287,35
Frais divers et imprévus	4071,50	4832,30	7000,95	6498,70	4792,95	7195,85	6455,86
Installations nouvelles	2933,00	343,95	298,30	3118,00	1976,05	1523,00	629,00
Réserve	5000,00	5000,00	5000,00	—	10000,00	—	—
Totaux	89483,50	80607,35	89883,15	119356,85	173906,55	194532,75	196998,13

TABLEAU IVa.

Recettes du Compte IV.

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Retenuos sur les traitements..	611,30	554,45	570,40	860,80	1303,70	2099,00	3835,10
Intérêts du Capital........	2323,00	2297,40	2296,00	2291,60	2291,60	2291,60	2300,30
Part sur les taxes	30,00	—	48,00	195,00	540,00	519,35	1326,65
Avances du Compte III...	11000,00	4641,75	8704,00	8708,40	8708,40	4948,40	—
Remboursement des Banquiers.	—	—	—	—	—	—	1018,15
Totaux..	13964,30	7493,60	11618,40	12055,80	12843,70	9858,35	8480,20

TABLEAU IVb.

Dépenses du Compte IV.

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Pensions	11500,00	11500,00	11500,00	11500,00	11500,05	11500,00	6000,00
Remboursement de retenues..	142,00	180,25	176,10	—	148,00	—	—
Remboursement au Compte III.							2818,45
Totaux..	11642,00	11680,25	11676,10	11500,00	11648,05	11500,00	8818,45

TABLEAU Va.

Recettes du Compte V.

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
Intérêts du Capital	fr 2959,50	fr 3336,45	fr 3828,35	fr 4310,25	fr 4359,70	fr 5322,95	fr 5319,30
Reçu du Compte III ...	5000,00	5000,00	5000,00	—	10000,00	—	—
Totaux..	7959,50	8336,45	8828,35	4310,25	14359,70	5322,95	5319,30

TABLEAU Vb.

Dépenses du Compte V.

	1916.	1917.	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
Achats de Rente.	(1085 fr 5 %) fr 15099,10	(500 fr 4 %) fr 8575,00	(490 fr 4 %) fr 8677,90	(200 fr Obl.) fr 3965,95	+1512 fr 6 % — 706 fr 4 % fr 12601,80	6500 fr Bons du Trésor. fr 6184,75	—

Les comptes appellent encore quelques explications.

Pour le Compte I, la Finlande, qui formait jusqu'en 1919 une partie intégrante de la Russie, n'était tenue à payer, pour adhérer à la Convention du Mètre, que les contributions relatives aux années 1919, 1920 et 1921. D'autre part, le Brésil avait versé, pour un exercice, la participation au déficit de la Russie; celui-ci ayant été comblé, nous avons remboursé la somme perçue en trop. Nous avons enfin au Compte I les sommes relatives aux installations nouvelles de l'électricité et du chauffage, dont le Compte III se trouve ainsi déchargé.

Il est indiqué, au Compte II, une dépense insignifiante, pour la confection des étuis des mètres témoins.

Le Tableau de recettes du Compte III montre, comme précé-

demment, qu'une grande partie de son total provient des contributions arriérées. Au 31 août 1923, les arriérés, en y comprenant l'année 1923, montaient à 263 287^fr. Cela crée au Bureau une situation inquiétante, dont on ne peut se dissimuler la gravité.

Le versement effectué jusqu'à présent au Compte IV par le Compte III, pour permettre à celui-ci de faire face à ses engagements, s'est transformé en 1922 en un remboursement au Compte III qui, cependant, restait, à la fin de 1922, créditeur de 51 327^fr, 15 sur le Compte IV.

En mettant à part les Comptes IV et V, nous pouvons, pour les deux années écoulées, présenter comme suit les dépenses du Bureau :

	fr
Payé pour le Compte I	56 174,95
» » II	360,05
» » III	405 467,92
Total	462 002,92

La vérification générale de la comptabilité du Bureau résulte de l'égalité entre la somme des actifs disponibles indiqués par les trois Comptes I, II, III, et la somme des soldes restant effectivement, au même moment, à la Caisse des Dépôts et Consignations, dans les banques et dans la Caisse du Bureau.

Or, en récapitulant les résultats donnés plus haut, nous trouvons, à la fin de 1922, les actifs disponibles suivants :

	fr
Compte I	42 553,08
» II	10 076,80
» III	104 858,02
Total	157 487,90

D'un autre côté, d'après les relevés officiels qui nous sont fournis par la Caisse des Dépôts, par nos banquiers, et d'après nos livres de comptabilité, nous avons, à la même date :

	fr
A la Caisse des Dépôts et Consignations	102 436,55
Chez MM. Sourmais et C^ie	1 801,46
Au Crédit Commercial de France	45 707,00
Dans la Caisse du Bureau	7 542,89
Total	157 487,90

Les budgets de 1921 et 1922 étaient respectivement de 210000^{fr} et de 256000^{fr}, soit au total 466000^{fr}, somme qui ne diffère que peu des dépenses réelles du Bureau; mais nous ne devons pas nous dissimuler que ce résultat n'a pu être obtenu que grâce à un effort qui reste encore constamment à la limite du possible. La Sixième Conférence générale avait pensé mettre en harmonie la dotation du Bureau avec ses nécessités actuelles et futures; mais, depuis l'époque où elle s'est réunie, les changes étrangers principaux sont allés en montant, et il en est résulté un accroissement appréciable du prix de la vie. Les appointements que nous pouvons offrir ne nous permettent pas de recruter des collaborateurs décidés à faire leur carrière dans la métrologie.

Il faut considérer, en effet, que de grands États, comme le Royaume-Uni ou les États-Unis versent par le jeu des changes un sixième de moins qu'avant la guerre. Si cette situation devait durer, l'œuvre de la Convention se trouverait grandement compromise.

M. le Président, en laissant aux Commissions la tâche de s'occuper en détail du contenu de ce remarquable Rapport, adresse dès maintenant à M. le Directeur et à ses collaborateurs toutes ses félicitations, pour l'œuvre considérable qu'ils ont pu accomplir depuis la dernière session.

M. le Président suspend la séance pour quelques instants.

A la reprise de la séance M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire *ad interim*, pour la lecture de son Rapport sur la gestion du bureau du Comité depuis la dernière réunion.

M. de Bodola donne lecture du Rapport suivant :

RAPPORT

SUR LA GESTION DU BUREAU DU COMITÉ

POUR LA PÉRIODE COMPRISE ENTRE LE 1^er^ SEPTEMBRE 1921 ET LE 31 AOUT 1923.

I.

Les deux années qui viennent de s'écouler depuis notre dernière session n'ont pas été, pour le Comité international des Poids et Mesures, plus clémentes que les deux précédentes, et mon rapport a trois nouvelles pertes douloureuses à enregistrer.

Le premier qui nous a quittés fut notre vénéré Directeur honoraire, J.-René Benoît.

M. le Directeur nous a rappelé tout à l'heure ses belles qualités et ses éminents mérites. Moi qui, depuis déjà trente ans, chaque fois que j'entreprenais un de mes voyages à Paris, me réjouissais d'avance du plaisir de lui serrer la main et d'entendre un de ses rapports toujours si clairs et si intéressants, c'est avec une profonde tristesse que je fais aussi mention de son décès.

Peu après, le 23 mai 1922, c'était le tour de notre savant collègue Klas Bernhard Hasselberg, membre honoraire du Comité, qui, avec sa clarté de vues et son jugement sain et rigoureux, a rendu tant de précieux services à notre Institution.

Enfin, le 15 septembre 1922, notre très regretté secrétaire Stefan C. Hepites les suivait dans la tombe.

M. Hepites faisait partie du Comité depuis 1894, et sa compétence dans toutes sortes de questions scientifiques et administratives, non moins que sa longue expérience, l'avaient tout particulièrement prédestiné aux fonctions qu'il remplit, non seulement au sein du Comité, mais aussi en qualité de secrétaire de la Conférence de 1921, avec un tact et un dévouement dignes de toute notre reconnaissance et, désormais, de notre pieux souvenir.

Les mérites de nos disparus et leur activité au sein de notre Institution seront retracés dans les Notices nécrologiques annexées aux *Procès-Verbaux*.

II.

Mon rapport sur la gestion du bureau du Comité depuis notre dernière réunion ne sera pas long. L'exécution des décisions de la dernière Conférence générale ne pouvant avoir de commencement qu'après la ratification de la nouvelle Convention signée à Sèvres le 6 octobre 1921, le retard apporté à cette ratification, par le plus grand nombre des États adhérents, devait avoir comme conséquence un ralentissement forcé de l'activité du bureau du Comité.

En commençant par ce qui a trait à la constitution du Comité et à ses nouvelles élections, je rappelle que, dans la séance du 7 octobre 1921, nous avions prié notre très honoré collègue, M. Gautier, de bien vouloir continuer, jusqu'à la fin de l'exercice financier de 1921, la présidence intérimaire qu'il avait exercée avec tant de compétence, en nous faisant surmonter, sans heurts et avec un plein succès, les nombreuses difficultés des deux dernières sessions et de la Conférence générale de 1921.

Le 1er janvier 1922 M. Volterra prit la présidence. A la suite du décès de M. Hepites, il me fit l'honneur, dans les premiers jours de l'année courante, de m'appeler à remplir provisoirement les fonctions de secrétaire.

Au sein du Comité il y avait déjà, au commencement de la période de temps considérée dans ce rapport, plusieurs sièges devenus vacants. Pour les repourvoir, le bureau du Comité, se basant sur les pourparlers engagés à cet égard lors de notre dernière session, présenta, dans sa circulaire du 13 mai 1922, aux suffrages de MM. les membres du Comité, l'élection par correspondance de M. Daniel Isaachsen, directeur général des Poids et Mesures de Norvège; plus tard, dans sa circulaire du 15 mai 1923, il proposa de même l'élection de M. Erik Ivar Fredholm, professeur à l'Université de Stockholm, et de M. Célestin Kargatchin, directeur du Service des Poids et Mesures du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes; tous trois avaient été délégués à la Sixième Conférence générale.

J'ai eu le plaisir de pouvoir inscrire avant cette session nos nouveaux élus sur la liste des membres du Comité international des Poids et Mesures.

III.

Dès que la dernière session fut close, on mit tout en œuvre

afin de publier les Procès-verbaux du Comité et les Comptes rendus de la Conférence, de façon à porter sans retard à la connaissance des Gouvernements des États signataires de la Convention du Mètre l'ensemble des délibérations et des décisions prises. On en donna aussi d'avance brièvement la substance dans le Rapport spécial financier sur les exercices de 1921 et de 1922.

Conformément aux dispositions réglementaires, un deuxième Rapport spécial financier a été adressé aux Gouvernements sur les exercices de 1922 et de 1923.

Dans ces deux Rapports l'exposé financier était précédé des communications suivantes :

RAPPORT

SUR LES EXERCICES DE 1921 ET DE 1922.

I. — Réunion de la Sixième Conférence générale des Poids et Mesures et Session du Comité international.

Notre dernier Rapport spécial financier, en annonçant, pour l'automne de cette année, la réunion de la *Sixième Conférence générale des Poids et Mesures*, résumait le texte de diverses propositions soumises, dès le mois de novembre 1920, aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, afin qu'ils puissent donner à leurs délégués les instructions nécessaires en vue de la discussion et du vote éventuel de ces propositions. Le détail des délibérations auxquelles elles ont conduit et le texte complet des résolutions prises sont consignés dans les *Comptes rendus* des travaux de la Conférence, qui seront adressés incessamment aux Hauts Gouvernements adhérents à la Convention. Nous allons en donner brièvement la substance.

A. — Les principales, parmi les résolutions votées par la Conférence, se rapportant à une extension des attributions du Bureau et à une augmentation de sa dotation, ont abouti à des modifications de certains articles de la Convention et du Règlement annexé, appelés à être soumis très prochainement à la ratification

des Hauts Gouvernements. Mais il fallait assurer, par une décision immédiate, la vie matérielle du Bureau, et c'est la raison pour laquelle, avant d'aborder la discussion des modifications proposées, la Conférence, s'appuyant sur les dispositions contenues dans l'article 6 du Règlement, a décidé, à l'unanimité, de porter la partie fixe de la dotation du Bureau international, pour l'année 1922, et éventuellement pour 1923, au chiffre de 250 000^{fr}. C'est sur cette somme qu'ont été établies les parts contributives inscrites dans le tableau qui termine le présent Rapport.

Examinant ensuite les attributions du Bureau, la Conférence a autorisé le Comité international à coordonner les résultats des travaux exécutés dans les laboratoires nationaux, en vue d'établir les valeurs des unités électriques fondamentales. Si, dans la suite, une Conférence générale en décide par un vote unanime, le Bureau international sera chargé de la réalisation des étalons internationaux de ces unités, et de la comparaison, avec eux, des étalons nationaux.

La décision qui précède fait l'objet de l'article 7 de la Convention. D'autre part, l'article 6 du Règlement établit dans les termes suivants le montant de la dotation du Bureau :

« La dotation annuelle du Bureau international est composée de deux parties : l'une fixe, l'autre complémentaire.

« La partie fixe est, en principe, de 250000^{fr}, mais peut être portée à 300000^{fr} par décision unanime du Comité. Elle est à la charge de tous les États et des Colonies autonomes qui ont adhéré à la Convention du Mètre avant la Sixième Conférence générale. »

Le même article donne une forme précise à des règles déjà appliquées dans le cas où un État adhérant à la Convention a laissé s'écouler trois années sans effectuer le versement de ses contributions. Celles des années ultérieures sont réparties entre les autres États, au prorata de leur propre contribution, tandis que l'État retardataire est suspendu de ses droits et prérogatives à l'égard de la Convention du Mètre. Après trois nouvelles années, l'Etat défaillant est exclu de la Convention, et doit, pour y être réintégré, accomplir les formalités d'accession, et verser la contribution d'entrée demandée à tout nouvel état adhérent.

En raison de l'accroissement continu du nombre des États adhérents à la Convention, et aussi afin de pouvoir faire appel à de nouvelles spécialités, le nombre des membres du Comité, qui était jusqu'à présent de quatorze, a été porté à dix-huit.

Les modifications apportées à d'autres articles de la Convention établissent surtout des détails et des modes d'exécution relatifs aux décisions principales ci-dessus indiquées.

La Conférence a procédé à une révision du Règlement de la Caisse des retraites et du Fonds de réserve. La limitation à 6000fr du montant d'une retraite a été supprimée; des dispositions plus libérales ont été adoptées concernant les veuves et les orphelins; en échange, les retenues sur les traitements, qui étaient de 2 pour 100, ont été portées à 4 pour 100. L'ancien Règlement prévoyait, en faveur de la Caisse des Retraites, un prélèvement annuel, limité à 1000fr, sur le montant des taxes de vérification. Ce prélèvement est désormais fixé à un tiers de ce montant, sans limitation.

D'autre part, le Comité est autorisé à verser, le cas échéant, au Fonds de réserve, une somme prélevée sur le solde actif des frais annuels, et limitée à 6000fr.

Enfin, la Conférence a autorisé le Comité à faire, aux certificats des kilogrammes du Royaume de Belgique, une addition constatant la très faible diminution qu'ils ont subie.

B. — Après un examen minutieux des travaux du Bureau et de la situation en général, le Comité international a pris également des résolutions dont les principales sont mentionnées ci-après :

Ratification d'un accord intervenu entre le Directeur des Archives de France, le Président du Comité et le Directeur du Bureau, aux fins de confier à la garde de l'Académie des Sciences de l'Institut de France un exemplaire de chacune des trois clés servant à ouvrir le dépôt des prototypes, ainsi que les deux clés du coffre-fort dans lequel ces prototypes sont enfermés. L'Académie, préalablement pressentie, avait fait connaître au Comité qu'elle accepterait d'assurer cette garde.

Le programme de travail présenté par le Directeur du Bureau pour la suite des études à effectuer sur les mètres prototypes nationaux a été sanctionné. Eu égard aux résultats déjà obtenus, il a semblé particulièrement important de poursuivre les recherches, déjà commencées, sur les dilatations de ces prototypes, soit par la méthode du comparateur, soit au moyen de l'appareil Fizeau.

Le Bureau a été [illegible] en vue d'unifier les dispositions réglementair[illegible]es et aux calibres industriels.

La Cinquième Conférence générale avait décidé le principe de la convocation, par le Bureau international, d'une Conférence thermométrique internationale. Les circonstances n'ayant pas

permis de donner suite à cette résolution, le Comité a décidé d'en préparer, le plus tôt possible, l'exécution.

Une motion, tendant à recommander la poursuite des études relatives à la longueur des ondes lumineuses dans un but métrologique, a été approuvée par le Comité, et il a été envisagé que les Instituts métrologiques se préoccupent de la mesure d'étalons en quartz qui seraient ensuite comparés au Bureau, afin d'assurer l'unification dans les mesures interférentielles.

Enfin, le Règlement intérieur du Bureau international, élaboré aussitôt après sa fondation, s'étant montré, dans le cours des années, inapplicable dans plusieurs de ses dispositions, le Comité a procédé à sa révision. Les *Procès-Verbaux* de la session donnent le texte complet du nouveau Règlement.

II. — Versement des parts contributives.

Les circonstances exceptionnelles qui se sont produites dans les récentes années avaient imposé un retard inusité dans l'établissement et la distribution du Rapport financier relatif aux deux exercices écoulés. Comme conséquence, les versements des contributions n'ont pu être effectués aux dates accoutumées, ainsi qu'on le verra dans le tableau de la page 52.

Le défaut de versement de la Russie avait conduit, pour les années 1920 et 1921, à la répartition de sa quote-part entre les autres États contractants; or la Chambre Centrale des Poids et Mesures de Pétrograd vient d'acquitter ses contributions arriérées jusqu'à l'année 1920; les sommes avancées par les autres Etats contractants pour parfaire la dotation du Bureau devront donc leur être restituées; le tableau des parts contributives pour l'année 1922 a été établi en conformité avec cette indication.

D'un autre côté, les contributions de l'Autriche et de la Hongrie, pour l'année 1919, ont été laissées en attente pour la raison suivante : au moment où fut établi le Rapport destiné à faire connaître aux Gouvernements le montant de leurs parts afférentes à l'exercice en question, il était encore impossible de prévoir les modifications qui seraient apportées aux frontières de ces États; pour ne pas retarder l'apparition du Rapport financier, nous n'avons cru pouvoir mieux faire que de reproduire le tableau des contributions des années antérieures, tout en faisant remarquer qu'elles pourraient, dans un proche avenir, ne plus correspondre

à la réalité. Mais l'équité exige qu'il soit tenu compte de la diminution des populations de l'Autriche et de la Hongrie, survenue au cours de l'année 1919, et que les parts se rapportant aux territoires transférés à d'autres États soient portées à la charge de ces derniers.

Une partie de ces territoires ayant été rattachés aux États polonais et tchécoslovaque, qui n'ont pas encore adhéré à la Convention du Mètre, le Comité a estimé devoir laisser en attente les comptes relatifs aux versements pour l'année 1919, et ne procéder que plus tard à leur régularisation.

Nous rappellerons, d'autre part, que, dans sa session de 1920, le Comité avait décidé de demander aux Hauts Gouvernements des États dont le change était supérieur à la devise française, de consentir à compter leurs contributions au taux du franc en 1914. Les Gouvernements pressentis s'étant gracieusement ralliés à la proposition du Comité, celui-ci a pu appliquer la même règle aux États à change déprécié. C'est la raison pour laquelle les versements portés au tableau s'éloignent notablement de ceux des années antérieures.

Il nous est, enfin, bien agréable de pouvoir mentionner ici le témoignage de particulière bienveillance que le Gouvernement suédois a donné au Bureau, en joignant, l'an dernier, à sa contribution régulière, une somme de 400 couronnes; nous lui en exprimons toute notre gratitude.

Genève et Bucarest, le 30 novembre 1921.

Le Secrétaire,
St. C. Hépites.

Le Président ad interim,
R. Gautier.

RAPPORT

SUR LES EXERCICES DE 1922 ET DE 1923.

Je présenterai seul, cette fois, le Rapport spécial financier, qui devait être signé par le président et le secrétaire du Comité. Nous avons eu, en effet, la douleur de perdre M. St. C. Hepites qui avait rempli avec un dévouement absolu et une grande clarté de vues les fonctions de secrétaire, dans les quatre dernières années.

Il les avait acceptées dans une période pleine de difficultés; mais sa grande autorité, sa connaissance parfaite des besoins du Bureau auquel l'attachait une longue tradition, l'avaient particulièrement préparé à cette tâche.

Nous voulons aussi rendre un pieux hommage à la mémoire de M. J.-René Benoît, Directeur honoraire du Bureau, qui s'est éteint doucement à un âge avancé. Il appartenait au Bureau dès l'année 1878, et avait été nommé Directeur en 1889. Depuis lors et jusqu'en 1915, il a donné toutes ses pensées à l'organisation internationale, qu'il n'a quittée que lorsque ses forces l'ont trahi; mais même alors, il n'a cessé de témoigner du plus grand intérêt pour les travaux accomplis par le Bureau auquel son expérience consommée des questions métrologiques était très précieuse.

L'exercice dont nous avons à rendre compte est le premier pour lequel la dotation du Bureau avait été mise en harmonie avec le coût présent de la vie. On a profité des ressources ainsi créées pour entreprendre des travaux qui étaient devenus depuis longtemps nécessaires, mais qu'une dotation insuffisante n'avait pas permis de réaliser.

Bien que la Convention du 6 octobre 1921 ne soit sanctionnée que par une partie des États ayant adhéré à la Convention, le Bureau a déjà commencé à rassembler la documentation relative aux unités électriques. Pour le reste, les travaux ont été poursuivis, conformément au programme tracé dans le dernier Rapport financier.

Rome, le 30 novembre 1922.

Le Président,
VITO VOLTERRA.

Le résumé de la partie financière de ces deux Rapports se trouve englobé dans l'exposé que M. le Directeur a présenté au Comité au début de cette séance.

IV.

Voici maintenant le tableau indiquant le montant des Contributions pour les années 1918, 1919, 1920, 1921 et 1922 avec l'état des paiements pour les récents exercices. Je dois faire remarquer que quatre des pays adhérents à la Convention sont actuellement en retard de trois ans. Ce sont la République Argentine, le Chili, le Pérou et l'Uruguay.

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS				1918.	1919.	1920.	1921.	1922.
	1918-1919.	1920.	1921.	1922-1923.					
1. Allemagne	11 300	11 061	10 822	23 838	IX 20	IX 20	III 21	X 21	—
2. Etats-Unis	15 000	15 000	15 000	37 500	I 18	III 19	IX 21	XI 22	XI 22
3. République Argentine	1 239	1 396	1 401	3 087	VI 19	IV 21	IV 21	—	—
4. Autriche	4 973	1 239	1 244	2 400	VIII 18	—	VIII 21	X 22	X 22
5. Belgique	1 304	1 340	1 345	2 963	IX 19	II 21	II 21	I 22	III 23
6. Brésil	»	»	4 665	10 276	»	»	»	III 22	III 22
7. Bulgarie	755	768	771	1 903	II 21	II 21	II 21	XII 21	III 23
8. Canada	1 232	1 480	1 486	3 273	II 18	III 19	XII 20	IX 21	VII 22
9. Chili	594	710	712	1 570	II 18	II 19	X 20	—	—
10. Danemark	500	500	519	1 250	III 18	VII 19	XII 20	VIII 21	II 22
11. Espagne	3 413	3 672	3 687	8 122	I 19	IV 19	IX 21	II 23	—
12. Finlande	»	»	»	1 305	»	»	»	»	I 22
13. France	7 861	7 995	8 025	17 760	I 18	II 19	III 21	XII 21	III 23
14. Grande-Bretagne	7 895	8 158	8 189	18 041	VII 18	VII 19	X 20	VIII 21	II 23
15. Hongrie	3 635	1 239	1 244	2 740	VIII 18	—	IX 21	IX 21	V 23
16. Italie	6 258	6 468	6 494	14 305	IV 18	IV 19	XI 20	X 21	IV 22
17. Japon	9 085	10 065	10 103	30 476	V 18	IV 19	VII 22	VII 22	VII 22
18. Mexique	2 631	2 676	2 686	5 917	IV 19	XII 21	XII 21	—	VIII 22
19. Norvège	500	500	500	1 250	III 18	IV 19	XII 20	IX 21	IX 22
20. Pérou	794	807	810	1 785	IV 18	IX 19	I 21	—	—
21. Portugal	914	1 054	1 059	2 332	II 19	VI 21	VI 21	XI 21	VII 23
22. Roumanie	1 233	3 009	3 021	6 365	IV 20	IV 20	X 21	XII 21	—
23. Russie	15 000	15 000	15 000	37 500	XI 21	XI 21	XI 22	II 22	—
24. Serbie	515	2 124	2 132	5 670	IV 21	IV 21	IV 21	I 22	IV 22
25. Siam	1 218	1 529	1 534	3 381	VII 18	VII 19	IV 20	II 21	—
26. Suède	968	1 023	1 027	2 262	V 18	VI 19	II 21	XI 21	III 22
27. Suisse	653	687	689	1 519	II 18	IV 19	IV 20	II 21	III 22
28. Tchécoslovaquie	»	»	»	5 089	»	»	»	»	II 23
29. Uruguay	500	500	500	1 250	VII 21	VII 21	VII 21	—	—

V.

En ce qui concerne la dotation actuelle du Bureau international des Poids et Mesures, dont le premier des deux Rapports fait aussi mention, on lit ce qui suit, dans les Comptes rendus de la Sixième Conférence (page 27),

« Avant d'aborder l'étude des modifications à la Convention et au Règlement, M. Gautier appelle la bienveillante attention de la Conférence sur la situation économique et financière du Bureau. Il répète, comme il l'a dit lors de la première séance, que le Bureau ne peut plus vivre avec sa dotation ancienne, et qu'il faut, sans retard, y pourvoir déjà pour l'année 1922, comme il a été antérieurement exposé en 1920 et dans le Rapport spécial financier de 1921.

» Dans ce but, le Comité a été unanime à proposer à la Conférence qu'avant de procéder aux modifications des articles soumis à ses délibérations, elle applique tout d'abord le dernier alinéa de l'article 6 du Règlement, en portant, pour l'année prochaine, 1922, et éventuellement la suivante, la dotation du Bureau au chiffre de 250000^{fr}.

» Si cette disposition n'était pas prise immédiatement, et qu'il fallût attendre, pour son application, la ratification, par les États contractants, des modifications proposées au Règlement, les sommes votées ne rentreraient pas à temps, et le Bureau devrait épuiser totalement des réserves qui n'ont été déjà que trop largement entamées. »

On le voit, c'est uniquement parce que personne ne croyait alors que la ratification de la Convention de 1921 pût tarder aussi longtemps, que l'on fit mention de l'année 1923, comme d'un terme extrême; mais l'intention du Comité était simplement d'assurer au Bureau la dotation annuelle de 250000^{fr}, jusqu'à cette ratification.

Cela résulte explicitement de l'alinéa qui suit, dans lequel M. le Président du Comité formule sa proposition pour le vote de la Conférence, sans plus faire mention d'aucune restriction de temps, et dit tout simplement :

« Le Comité propose donc de changer le chiffre de 100000^{fr} du deuxième alinéa de l'article 6 du Règlement en celui de 250000^{fr}, sans préjudice des changements ultérieurs qui pourraient être opérés. »

La Conférence adopta cette proposition également sans aucune restriction de temps, comme on le voit à la page 31 des Comptes rendus, où l'on peut lire ce qui suit :

« Le vote a lieu par appel nominal des États représentés, et la *proposition du Comité, de porter à 250000^{fr} la dotation annuelle du Bureau international, est adoptée à l'unanimité.* »

Le retard d'un certain nombre des ratifications ne peut donc avoir aucune répercussion fâcheuse sur la dotation actuelle du Bureau international; mais si le renchérissement de la vie qui persiste, ou l'urgence de l'augmentation du personnel scientifique, démontraient la nécessité de porter la partie fixe de la dotation annuelle de 250000^{fr} à 300000^{fr}, ce retard nous priverait de la possibilité d'établir les contributions, uniformément pour tous les États sur la base de 300000^{fr}.

La Convention, de 1921, à la fin du premier alinéa de l'article 4, statue comme suit :

« *La présente Convention entrera en vigueur, pour chaque Pays signataire, le jour même du dépôt de son acte de ratification.* »

Il est donc évident qu'en cas de décision unanime du Comité, nous aurions le droit d'augmenter, même dès l'année prochaine, les parts contributives des États dont les ratifications ont été déjà déposées. Pour les autres, il faudrait provisoirement s'en tenir à leurs contributions actuelles, à moins qu'ils ne s'engagent volontairement à payer, eux aussi, les contributions augmentées, sans attendre leur ratification.

Nous aurons à nous occuper au cours de la session de la question des contributions.

Il y aura en outre à voir s'il ne serait pas opportun de nous adresser aux représentants diplomatiques des Pays retardataires, pour solliciter l'accomplissement de leurs ratifications.

La Commission des Comptes et des Finances aura aussi à examiner la question de la liquidation de la quote-part de l'Autriche et de la Hongrie pour l'année 1919, que l'on a laissée en suspens.

La fixation de l'époque de la prochaine Conférence générale et la Conférence thermométrique internationale sont pareillement des questions dont nous aurons à nous occuper.

VI.

Voici maintenant la liste des États qui ont déjà sanctionné la Convention signée à Sèvres le 6 octobre 1921, dans l'ordre chronologique de leurs ratifications :

La Suisse, le Danemark, la Suède, la Grande-Bretagne et le Canada, la Belgique, la Norvège, la Finlande (1).

Dans sa circulaire du 22 mars 1923 le bureau du Comité eut la satisfaction d'annoncer à MM. les Membres du Comité l'accession de la Tchécoslovaquie à la Convention du Mètre. Ainsi que l'article 3 de la Convention de 1921 le prescrit, par le fait même de son accession à l'ancienne Convention, la Tchécoslovaquie doit aussi être considérée comme un des États qui ont sanctionné la nouvelle.

Quant aux adhésions de la ville libre de Dantzig et du royaume de Grèce, dont il a été donné connaissance à MM. les Membres du Comité par la circulaire du 13 mai 1922, elles deviendront effectives lorsque les nouveaux États adhérents auront versé, au crédit du Bureau, une somme représentant les contributions relatives aux six années écoulées, sous réserve des contributions déjà versées pour la ville de Dantzig.

VII.

En ce qui concerne le Règlement relatif à la garde, par les soins de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, d'un exemplaire de chacune des trois clés servant à ouvrir le dépôt des prototypes du Système métrique, ainsi que des deux clés du coffre-fort dans lequel ces prototypes sont enfermés, j'ai à relater que ce règlement a été appliqué aussitôt après la dernière session. On a déposé les clés ci-dessus mentionnées à l'Institut de France, ainsi que le constatent les procès-verbaux portés dans un livre spécial, et dont une copie a été remise aux intéressés.

VIII.

Bien que la Convention du 6 octobre 1921 ne soit encore sanctionnée que par une partie des États signataires, le Bureau International a déjà commencé à rassembler la documentation relative aux unités et aux étalons électriques. La multiplicité des publica-

---

(1) La ratification par le Gouvernement des États-Unis a été annoncée au Bureau pendant l'impression des Procès-Verbaux.

tions qu'il a réussi à se procurer jusqu'à présent, et dont la liste a été envoyée à MM. les Membres du Comité, donne déjà une idée de l'importance du travail de coordination confié à notre Institution, et qui s'étend encore aux déterminations relatives aux Constantes physiques dans tous les pays.

Il y a là une ample perspective de nouvelles études et de nouveaux travaux, pleine d'attrait pour un personnel scientifique comme celui du Bureau International; mais en même temps une foule de nouvelles obligations, venant se joindre aux anciennes, sans que celles-ci puissent être réduites; car elles sont toutes en effet des conséquences inévitables de l'attribution à notre institution d'un rôle qui est essentiellement de conserver, pour le lointain avenir, les unités fondamentales de longueur et de masse.

C'est à cette attribution que le Bureau International doit sa raison d'être, et si, dans les volumes de nos Procès-Verbaux, on lit la longue et très instructive série des Rapports présentés au Comité par le Directeur du Bureau, à l'occasion de ses différentes sessions, on trouve dans chacun la constante préoccupation de remplir cette fonction primordiale.

Cette préoccupation cessera seulement lorsque le Bureau International aura complètement résolu la question capitale des témoins naturels des unités fondamentales, de façon à rendre possible la reconstruction de la longueur et de la masse que les prototypes internationaux de ces unités possédaient à une époque déterminée.

Quant aux nouvelles attributions, c'est sur le personnel scientifique du Bureau qu'elles auront leur première répercussion.

Comme M. le Directeur nous l'a dit, le personnel scientifique actuel est déjà complètement pris par les travaux ayant leur source dans les attributions originaires du Bureau. Son activité est tellement fructueuse qu'il serait dommage de l'en détourner, même partiellement. On ne pourrait d'ailleurs le faire qu'au détriment de son œuvre, à l'accomplissement de laquelle il suffit à peine.

Dans de pareilles conditions, notre très honoré Directeur, dont nous connaissons l'ardente passion pour le travail, serait certainement entraîné à se charger personnellement d'une tâche excessive. C'est à nous de le ménager en cherchant à lui donner de nouveaux aides. Spécialement versé dans le domaine scientifique nouveau offert à l'activité du Bureau, M. le Directeur pourra ainsi sans crainte s'en remettre de la plus grande partie de ce travail supplémentaire à ses nouveaux collaborateurs.

Le Bureau International des Poids et Mesures rencontrera certainement de nombreuses difficultés dans l'accomplissement de la tâche à laquelle il va ainsi se consacrer. Heureusement il a l'habitude des chemins difficiles. C'en est en effet un bien rude et bien ardu — mais en même temps bien glorieux — que celui par lequel il est parvenu à la place si élevée qu'il occupe aujourd'hui dans l'estime générale du monde scientifique.

M. le Président, en remerciant M. le Secrétaire de son Rapport, fait observer que les Commissions auront également la tâche de s'en occuper.

M. de Bodola est certain que tous ses collègues seront unanimes à prier M. le Président de bien vouloir adresser, à l'occasion de la première séance que le Comité tient après la mort de son regretté Secrétaire, à Mme Hepites, une lettre de condoléance, lui exprimant la grande part qu'il a prise à sa douleur.

M. le Président répond que personnellement il a déjà écrit à Mme Hepites, dès qu'il eut reçu la nouvelle de son deuil; mais qu'il ne manquera pas de lui transmettre l'expression des sentiments du Comité.

M. le Président mentionne que l'ordre du jour appelle maintenant la nomination des Commissions.

M. Gautier le prie de vouloir bien faire lui-même les propositions pour la composition de ces Commissions.

M. le Président propose alors pour faire partie de la *Commission des Comptes et des Finances* : MM. Kargatchin, MacMahon, Pasquier, Tanakadate, et pour la *Commission des Instruments et des Travaux* : MM. Appell, Fredholm, Gautier, Isaachsen, Stratton, Torres y Quevedo.

Ces propositions étant adoptées, M. le Président invite les deux Commissions à bien vouloir se constituer à l'issue de la séance, et à se réunir le plus tôt possible. Il

rappelle que MM. les Membres du Comité peuvent tous assister, non seulement aux séances de la Commission dont ils font partie, mais aussi à celles de l'autre Commission. Il mentionne que M. Appell, absent de Paris, et qui n'a pas pu assister à la première séance, prendra part aux suivantes.

En ce qui regarde la date de la prochaine séance plénière du Comité, dont la fixation dépend de l'avancement des travaux des Commissions, il se réserve de la communiquer ultérieurement à MM. les Membres du Comité.

La séance est levée à 17h 45m.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

Samedi 29 septembre 1923.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. Appell, de Bodola, Fredholm, Gautier, Guillaume, Isaachsen, Kargatchin, Kösters, MacMahon, Pasquier, Stratton, Tanakadate, Torres y Quevedo.

La séance est ouverte à 16 heures.

M. le Président est heureux de voir siéger à cette séance M. Appell, qui avait été empêché d'assister à la première, et le remercie de l'hospitalité qu'il a bien voulu donner au Comité à la Sorbonne. Il annonce qu'il a invité M. Kösters, empêché d'assister à la séance précédente, à faire partie de la Commission des Instruments et travaux, et que M. Kösters a déjà pris part à la première réunion où il a reçu la bienvenue de la part du Comité.

M. le Secrétaire *ad interim* donne lecture du Procès-Verbal de la première séance, qui est adopté sans observations.

M. le Président remarque que le moment est venu pour le Comité de se constituer définitivement par l'élection de son Secrétaire. Après avoir désigné MM. Guillaume et Tanakadate comme scrutateurs, il prie MM. les Membres du Comité de procéder à cette élection par scrutin secret.

Le dépouillement donne comme résultat :

Nombre des votants : 14.

M. de Bodola........................	12 voix
M. Appell...........................	1 voix
M. Gautier..........................	1 voix

M. le Président *proclame M. de Bodola élu comme Secrétaire du Comité.* Il est heureux de le saluer comme membre définitif du bureau du Comité.

M. de Bodola remercie le Comité de l'honneur qu'il lui a fait en l'élisant son secrétaire, et M. le Président de ses bienveillantes paroles. Il fera tout son possible pour justifier la confiance que ses collègues ont bien voulu placer en lui.

M. le Président prie la Commission des Comptes et des Finances de présenter son premier Rapport.

Sur l'invitation de M. MacMahon, président de la Commission, M. Kargatchin donne lecture du Rapport suivant :

Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

La Commission, composée de MM. Kargatchin, MacMahon, Pasquier et Tanakadate, s'est réunie une première fois, le 25 septembre, au Pavillon de Breteuil, pour se constituer. Elle a nommé M. MacMahon président et M. Kargatchin rapporteur.

Elle a ensuite examiné les comptes du Bureau, ainsi que les documents originaux, et a trouvé que tout est dans un ordre parfait; elle propose donc au Comité de donner décharge au directeur, M. Guillaume, pour sa gestion de 1921 et 1922.

Elle a, de plus, pris connaissance de la répartition des dépenses entre les Comptes I, II, III; elle se rallie entièrement à celle qui a été faite par M. le Directeur, et qui se trouve mentionnée dans son Rapport au Comité.

Le Rapporteur,
C. Kargatchin.

Le Président,
P.-A. MacMahon.

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Rapporteur, et met aux voix les conclusions de son Rapport; *le Comité approuve, à l'unanimité, les comptes du Bureau International des Poids et Mesures pour les exercices* 1921 *et* 1922 *et en donne décharge pleine et entière à M. le Directeur.*

M. le PRÉSIDENT invite la Commission des Instruments et des Travaux à présenter son Rapport.

M. GAUTIER, Président de cette Commission, prie M. Torres de donner lecture de son Rapport.

M. TORRES Y QUEVEDO donne communication du Rapport suivant :

Premier Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

La Commission, composée de MM. Appell, Fredholm, Gautier, Isaachsen, Kösters, Stratton et Torres y Quevedo, s'est réunie, une première fois, au Pavillon de Breteuil, le 25 septembre, pour se constituer. Elle a nommé M. Gautier président et M. Torres rapporteur. Elle s'est réunie à nouveau le 27 septembre au Pavillon de Breteuil, puis le 28 septembre. A ces séances ont participé tous les membres du Comité présents à Paris. M. Kösters, qui n'avait pas pu assister à la première séance du Comité, a été également nommé membre de la Commission et a participé à ses séances. Ont assisté également comme invités, MM. Pérard, Maudet et Volet.

Le Rapport détaillé sur les travaux exécutés depuis 1921 au Pavillon de Breteuil avec le zèle dont la Commission est heureuse de remercier tout le personnel du Bureau, sur les travaux en cours et sur les travaux futurs, sera présenté dans une prochaine séance.

Pour aujourd'hui, la Commission se borne à mentionner au Comité ceux de ses desiderata qui devront être soumis, pour l'ouverture des crédits correspondants, à la Commission des Comptes et des Finances. Ces questions sont énumérées ci-après :

1° La Commission estime qu'une augmentation du personnel est nécessaire, pour que le Bureau puisse faire face à ses multiples

et délicates obligations, sans amener un surmenage préjudiciable au personnel actuel. Il s'agirait, dans l'espèce, de la création d'un poste d'assistant scientifique, décidée dans la session de 1921, mais dont la Commission signale l'urgence.

2° Quant aux instruments, la Commission propose au Comité :

a. D'ouvrir au Directeur les crédits nécessaires pour achever le paiement du nouveau comparateur, qui doit être terminé par la Société Genevoise.

b. De voter un crédit de 4000^{fr} à 5000^{fr} pour un appareil demandé par M. Pérard pour obtenir une première approximation dans la mesure des quartz, ainsi que pour la mesure des étalons terminés par des surfaces planes.

c. De voter un crédit de 2000^{fr} environ pour un appareil microphotographique.

d. De prévoir les sommes nécessaires pour la réfection de la base.

Le Rapporteur,	*Le Président*,
L. Torres.	R. Gautier.

M. le Président remercie M. le Rapporteur et demande si MM. les membres du Comité ont des observations à présenter.

Aucun Membre ne demandant la parole, M. le Président met aux voix les propositions de la Commission, qui sont adoptées à l'unanimité, sous réserve des décisions à prendre par la Commission des Comptes et des Finances.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 17^{h}15^{m}.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Vendredi 5 octobre 1923.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. Appell, de Bodola, Fredholm, Gautier, Guillaume, Isaachsen, Kargatchin, Kösters, MacMahon, Stratton, Tanakadate, Torres y Quevedo.

MM. Pérard et Maudet, adjoints du Bureau, invités, assistent à la première partie de la séance.

La séance est ouverte à 15 heures.

Le Procès-Verbal de la deuxième séance est lu et adopté sans observations.

M. le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante, que M. Pasquier a communiquée au bureau du Comité :

MINISTÈRE
DE L'INDUSTRIE
ET DU TRAVAIL.

—

Administration
de l'Industrie.

Bruxelles, le 1er octobre 1923.

Monsieur le Président,

En réponse à votre lettre en date du 29 septembre 1923, me faisant connaître la décision du Comité International des Poids et Mesures d'effectuer de nouvelles expériences, pour lesquelles la conservation de notre mètre prototype n° 12 au Bureau de Bre-

teuil serait extrêmement utile, et prenant en considération la demande exprimée dans la lettre, jointe à la vôtre, du Directeur du Bureau international, je vous autorise à laisser à la disposition du Bureau international, notre étalon pour le temps indiqué.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération très distinguée.

Pour le Ministre,
Le Directeur général de l'Industrie,
(Signé) Oct. MAVAUT.

Pour copie conforme,
Ern. PASQUIER.

M. le PRÉSIDENT ne manquera pas d'écrire à M. Pasquier, dont il regrette l'absence momentanée, causée par une indisposition, pour le prier de bien vouloir transmettre, à M. le Ministre de l'Industrie et du Travail de Belgique, les remerciements du Comité pour sa bienveillance. Il remerciera également M. Pasquier de son aimable intervention.

Sur l'invitation de M. le PRÉSIDENT, et à la prière de M. GAUTIER, Président de la Commission des Instruments et des Travaux, M. TORRES, Rapporteur, donne lecture du second Rapport de cette Commission.

Rapport détaillé sur les délibérations de la Commission des Instruments et des Travaux.

La Commission des Instruments et des Travaux a tenu une troisième séance le 3 octobre. Outre les membres de la Commission, tous les autres membres du Comité ont assisté à cette réunion.

Au cours de ses délibérations, la Commission a envisagé les travaux achevés du Bureau, ceux qui sont encore en cours d'exécution et les travaux futurs du Bureau.

1° *Travaux exécutés et en cours d'exécution.* — La Commission a examiné avec soin les travaux exécutés par le Bureau pendant les deux années écoulées, et elle est unanime pour le féliciter chaleureusement des résultats obtenus, et cela, malgré une sérieuse maladie de son directeur.

On a entrepris d'abord, sur la dilatabilité des règles étalons en platine iridié, des expériences qui ont été exécutées au comparateur par MM. Guillaume, Maudet, Volet; ces expériences ont montré que la dilatabilité pour des règles extraites d'une même coulée est, comme on s'y attendait, la même dans les limites des erreurs d'observation.

Parallèlement, des recherches ont été exécutées, à l'aide de l'appareil Fizeau, par M. Pérard; elles conduisent à la même conclusion.

La détermination de la constante de l'appareil Fizeau a donné lieu à des travaux étendus; ces travaux ne sont pas encore complètement achevés, mais déjà on peut en conclure que leur résultat présentera une meilleure concordance avec les mesures au comparateur, que celui des expériences anciennes exécutées avant 1889.

Le comparateur à dilatation, de son côté, a donné à peu près tout ce qu'on pouvait en tirer; comme celui qui a servi constamment est d'un emploi pénible, en raison de l'usure de la plupart de ses organes, il faudra attendre, pour continuer cette étude, que le Bureau soit en possession du comparateur actuellement à Genève.

Les nouvelles comparaisons des prototypes nationaux avec les copies d'usage du Bureau ont montré que les raccourcissements attribués, en 1901 et en 1904, aux règles allemande et américaine, respectivement, sont dus en grande partie à l'allongement des étalons d'usage, qui s'était déjà produit à cette époque. Depuis lors, ces étalons n'auraient pas varié d'une quantité appréciable.

Des comparaisons ont été faites par M. Volet entre les trois longueurs définies par le trait principal et les traits auxiliaires, sur trois règles choisies parmi celles qui ont donné les plus fortes variations. Les traits ont été pointés, soit dans la région limitée par les traits longitudinaux, soit dans toute l'étendue visible au microscope. On a pu tirer de ces expériences des conclusions intéressantes, sur le changement probable de la barre ou seulement des traits définissant sa longueur.

M. Pérard a fait, avec l'interféromètre Michelson, des comparaisons entre la longueur d'onde de la lumière rouge du cadmium et les longueurs d'onde diverses employées en métrologie; il a déterminé les corrections qu'il faut apporter aux observations immédiates, suivant la différence de marche, pour éliminer l'effet des satellites. Les résultats de ces recherches, en plus de leur

valeur métrologique, fournissent des renseignements sur la constitution des *diverses radiations*.

Aidé par M. Bonhoure, M. Pérard a entrepris de réaliser, au moyen de l'interféromètre Michelson, la détermination des étalons de quartz. Il a d'abord déduit la longueur des quartz de celle de deux étalons Johansson, et, comme il est possible de comparer deux quartz aux mêmes étalons à faces planes, on élimine l'incertitude provenant de ces derniers. Autant pour poursuivre ces expériences que pour déterminer avec plus de facilité les étalons à faces planes, il demande de faire exécuter un appareil d'un maniement plus commode, qui pourrait coûter 4000fr ou 5000fr.

M. Pérard a d'autre part exécuté divers travaux de moindre importance, tels que la détermination d'un support de nickel et d'un autre de platine destinés à remplacer les pointes de l'appareil Fizeau; de même, un dispositif pour mesurer des broches à bouts sphériques.

M. Maudet, chargé de la direction des travaux géodésiques qui augmentent de jour en jour et lui imposent un labeur assidu, a trouvé le temps de se livrer à d'autres travaux intéressants. Il a notamment réalisé les comparaisons pour la détermination du rapport du Yard au Mètre, entreprises au Bureau à la demande du Standards Office. Il a étudié, dans la section des balances, les deux kilogrammes en baros, fait l'étalonnage de la série des poids d'Œrtling, et exécuté d'autres travaux exposés dans le rapport de M. le Directeur.

M. Volet s'est occupé surtout d'étudier les dilatations. Il a établi une méthode simple et abrégée pour déterminer les erreurs périodiques des micromètres. Il a mesuré la dilatation du marbre blanc, d'échantillons de laiton au nickel, d'échantillons d'invar, enfin d'un témoin de la règle géodésique suédoise.

M. Volet a obtenu des résultats intéressants en photographiant les mouches des étalons. C'est pour continuer ce travail que l'on propose d'ouvrir un crédit de 2000fr pour l'achat d'un appareil photographique.

M. Bonhoure, qui a prêté son concours à M. Pérard, a, en outre, réalisé des travaux personnels : la détermination fondamentale, par la méthode d'Airy, de la série principale des broches du Bureau, celle de neuf étalons appartenant à la Section technique de l'Artillerie, et de diverses autres broches.

Les certificats, rapports et notes d'étude apportent un témoi-

gnage des travaux particuliers auxquels le Bureau a eu à faire face dans les deux années écoulées.

Le Bureau a pu, à force de bonne volonté, suffire jusqu'à présent à sa tâche, mais celle-ci augmente sans cesse, et nous croyons nécessaire de recommander à la Commission des Finances qu'elle veuille bien renouveler son autorisation d'un accroissement du personnel.

En résumé, la Commission demande qu'on vote les sommes nécessaires pour l'augmentation du personnel, pour la transformation de la base, pour le comparateur commandé à la Société genevoise, pour l'appareil destiné à la mesure des étalons à bouts, pour un appareil microphotographique.

2° *Travaux futurs.* — MM. MacMahon, Stratton et Tanakadate ont présenté deux propositions : la première est conçue dans les termes suivants :

a. La définition finale future de l'étalon de longueur devrait être exprimée en fonction de la longueur d'onde de la lumière.

b. Les principaux laboratoires nationaux et le Bureau international devraient entreprendre, dans le plus bref délai possible, des expériences destinées à déterminer la longueur d'onde de la radiation la plus propre à cet usage, et les conditions nécessaires pour la reproduction exacte de cette radiation.

c. Les résultats de ces recherches devraient être comparés et coordonnés par le Bureau international.

d. Les longueurs des étalons existants devraient ensuite être mesurées avec la plus grande précision possible, en fonction de cette longueur d'onde.

Les paragraphes *a* et *d* ont été provisoirement écartés comme prématurés, tout en espérant qu'il pourra bientôt y être donné suite. Le paragraphe *b* est approuvé. Le paragraphe *c* l'est également, en tenant compte des travaux japonais, exposés par M. Tanakadate dans son discours du 25 septembre, en réponse à celui de M. le Président, notamment dans les passages suivants :

« Les Japonais ne sont d'ailleurs point restés inactifs pendant toute cette période. Mon Collègue, le professeur H. Nagaoka, a particulièrement travaillé cette question, et ses expériences ont atteint un succès ; il a obtenu des rayons d'une intensité et en même temps d'une pureté très grandes, cela grâce à l'emploi d'un tube semblable au tube Coolidge, qui produit des rayons divers, depuis les rayons ordinaires jusqu'aux rayons X. Étant donné que la

lumière est produite dans le vide, la question de l'incertitude causée par la pression de l'air est entièrement éliminée.

» Les travaux sont exécutés maintenant à l'Institut des Recherches de Tokyo, et, lorsque le prototype national n° 22 y sera arrivé, nous prévoyons de faire les déterminations des longueurs d'onde des rayons ainsi choisis. Nous avons, à cet effet, commandé à la maison Hilger, de Londres, l'interféromètre de Fabry-Perot. »

M. Tanakadate, « à propos des excellents travaux de M. Pérard, observe que, hors la possibilité vraiment très petite de trouver un moyen de filtrer les satellites spectraux, on peut espérer choisir quelques lignes spectrales très fines, dont la luminosité était trop faible jusqu'à maintenant pour permettre de leur appliquer la méthode interférentielle, par l'emploi du tube spécial de Nagaoka, dont il a déjà été question ». Il explique ensuite la construction et le fonctionnement de ce nouveau tube.

M. Tanakadate « estime que l'étude de l'effet Zeeman sur les raies spectrales peut être très utile pour découvrir et caractériser les satellites ».

La Commission, considérant qu'il serait très utile d'étudier les questions touchées par M. Tanakadate, espère que le Bureau trouvera la possibilité de s'en occuper.

La seconde proposition a la teneur ci-après :

1° Considérant que, dans sa troisième séance, la Cinquième Conférence générale a déclaré (*Comptes rendus*, 1913, p. 44) :

« Approuver la fixation d'un certain nombre de repères thermométriques convenablement choisis, et dont la position sera déterminée aussi bien que possible.

» En vue des mesures d'exécution nécessitées par la quatrième résolution ci-dessus, la Conférence invite en outre le Comité international à organiser, le plus tôt possible, au Bureau international, une réunion des Directeurs des laboratoires nationaux directement intéressés au développement des études thermométriques, réunion au sein de laquelle seront arrêtées les bases d'une coopération internationale pour le choix et la détermination de ces repères thermométriques, ainsi que pour leur adoption générale. »

2° La question fut de nouveau discutée à la quatrième séance du Comité international en 1921 (*Procès-Verbaux* des séances, p. 74 et 75) :

« M. le Président constate que le Bureau international n'est plus en mesure, en ce moment, de participer aux travaux de recherches qui pourront être recommandés par cette Conférence, et pour lesquels, lors des décisions de 1913, on pouvait compter sur la coopération efficace de P. Chappuis : mais il estime que le Bureau devra, le plus tôt possible, entrer en correspondance, dans un but de coordination, avec les bureaux nationaux.

» Le Comité a chargé le Bureau de cette mission. »

MM. Stratton, Tanakadate et MacMahon proposent : En considération du besoin urgent d'uniformité dans les mesures thermométriques, il est recommandé que la requête précédente soit renouvelée.

Les Directeurs du *National Physical Laboratory* de Grande-Bretagne, de la *Physikalisch-Technische Reichsanstalt* d'Allemagne, et du *Bureau of Standards* des États-Unis, ont tous exprimé leur accord sur la nécessité de ce travail; ils ont déjà obtenu des résultats appréciables, qui demandent maintenant à être coordonnés, afin qu'ils puissent être distribués à tous ceux qui seraient susceptibles de s'intéresser aux mesures thermométriques dans tous les pays.

M. le Président expose que le Bureau a toujours travaillé à la limite du possible, et, en conséquence, n'a pas pu donner suite jusqu'ici à la proposition faite; mais, grâce aux nouvelles mesures prises, il espère que le Bureau pourra consacrer le temps nécessaire à exécuter le travail de coordination exigé par la proposition.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

M. Kösters a fait, devant la Commission une communication très intéresante touchant la détermination des étalons à bouts en fonction des longueurs d'onde.

3° *Publications.* — Outre les *Procès-Verbaux* de la session et le *Rapport financier*, le Bureau propose de reprendre les publications commencées, et que la maladie du Directeur a obligé d'interrompre : le tome XVII des *Travaux et Mémoires* comprendra un Mémoire de M. Guillaume, intitulé : *Recherches métrologiques sur les aciers au nickel;* un Mémoire de M. Chevenard, qui contiendra des recherches analogues, mais exécutées dans un beaucoup plus grand intervalle de température : un Mémoire de MM. Pérard et Maudet, intitulé : *Études sur les étalons à bouts; deuxième Mémoire : Étalons à bouts plans;* enfin, les *Comptes Rendus de la Sixième Conférence* et un

rapport sur *Les récents progrès du Système métrique*. Il n'est pas prévu d'autres publications pour le moment.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Guillaume remet à la Commission une liste des publications reçues relativement à la détermination et à la comparaison des unités électriques; la Commission estime que cette liste, qui témoigne du travail de coordination déjà entrepris par le Bureau, devra être annexée aux *Procès-Verbaux*.

Pour le moment, et en attendant que la nouvelle Convention du 6 octobre 1921 soit ratifiée par tous les États, la tâche du Comité doit se borner à compléter le travail déjà fait.

Le Rapporteur,
L. Torres.

Le Président,
R. Gautier.

M. le Président remercie M. le Rapporteur de son Rapport si clair et si complet, et met en délibération tout d'abord les propositons qui ne dépendent pas de celles que va présenter la Commission des Comptes et des Finances.

Ces propositions, mises aux voix, sont adoptées à l'unanimité.

M. le Président prie le Comité de se rendre au caveau pour la visite réglementaire du dépôt des prototypes internationaux.

Le Procès-Verbal suivant constate les résultats de cette visite.

Procès-Verbal.

Le 5 octobre 1923, à 16 heures, en présence des Membres du Comité international présents à la séance de ce jour, et du personnel du Bureau, il a été procédé à la visite du dépôt des prototypes métriques internationaux.

Les deux portes de fer du caveau ayant été ouvertes, ainsi que le coffre-fort qui contient les prototypes, on a constaté, dans ce dernier, la présence des prototypes métriques et de leurs témoins.

Sur les instruments météorologiques enfermés dans le coffre-fort, on a relevé les indications suivantes :

Thermomètre à mercure et alcool maximum et minimum :

Température maxima.................	12°,8
» minima.................	8°,8

Thermomètre Tonnelot à mercure :

Température actuelle.................	12°,8

Hygromètre à cheveu : 91 pour 100.

On a constaté que la pression de l'air, dans le tube de laiton fermé contenant le témoin n° 13, était de 740^{mm} inférieure à la pression atmosphérique de ce jour, c'est-à-dire qu'elle n'a pas sensiblement changé depuis que le témoin n° 13 a été réintégré dans le coffre-fort.

Conformément à une résolution prise ce même jour, on a retiré du coffre-fort la règle T_1, témoin du prototype international, aux fins de nouvelles comparaisons avec les étalons d'usage du Bureau. Une des clés, dont le président du Comité a la garde, sera remise à M. Appell, et le procès-verbal sera dressé de cette opération.

Pour la réintégration de la règle T_1, le coffre-fort sera ouvert en présence de M. Appell ou de son représentant, qui remportera la clé pour la remettre à M. Volterra.

On a alors refermé le coffre-fort ainsi que les portes du caveau.

Au cours de la visite au caveau, on a pu constater que quelques faïences constituant son revêtement s'étaient détachées de la voûte, sous l'action de la poussée exercée par la couche sous-jacente.

Le Secrétaire,
L. de Bodola.

Le Président,
Vito Volterra.

A la reprise de la séance, M. le Président informe le Comité que son bureau a déjà adressé à Madame Hepites la lettre de condoléances, suivant la décision prise dans la première séance.

M. le Président invite la Commission des Comptes et des Finances à présenter son second Rapport.

M. MacMahon, Président de cette Commission, prie M. Kargatchin, de donner lecture de ce Rapport.

M. Kargatchin lit le rapport suivant :

Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

La Commission des Comptes et des Finances a tenu deux nouvelles séances, les 27 septembre et 2 octobre. Outre les membres de la Commission, tous les autres membres du Comité y ont assisté. Les résultats de ses délibérations sont donnés ci-après :

1° La Commission a pris connaissance du rapport de M. le Directeur, et constaté que certains États s'acquittent très irrégulièrement de leurs contributions. A l'époque actuelle, les retards, en y comprenant l'année courante, atteignent un total de 263000^{fr}. Il est décidé que de nouvelles démarches seront faites auprès des pays retardataires, et que le Règlement annexé à la Convention sera appliqué à ceux qui auront laissé passer trois ans sans verser leurs contributions.

2° En considération de l'augmentation du coût de l'existence, corrélatif de la baisse du franc français, la Commission a jugé nécessaire d'augmenter les traitements, dans la mesure du possible. Elle estime aussi qu'une indemnité doit être prévue pour charges de famille; cette indemnité pourrait être, par exemple, de 35^{fr} par enfant et par mois pour les deux premiers enfants, et de 45^{fr} pour les suivants, les enfants étant considérés comme à la charge des parents jusqu'à l'âge de 18 ans.

Un nouvel assistant n'ayant pu être engagé à cause de la modicité des offres qui étaient faites, on a prévu une somme un peu plus forte que par le passé pour ses appointements.

Pour l'entretien des bâtiments, les machines et instruments, les frais de chauffage et d'éclairage, les assurances, les chiffres ont été fixés en tenant compte des expériences des deux dernières années. C'est ainsi que l'on a relevé le budget d'entretien des bâtiments, celui des primes d'assurances, celui de la bibliothèque, des frais de bureau et de secrétariat, et diminué les prévisions pour les machines et instruments, pour les publications, pour les installations nouvelles ; on a supprimé le poste : avance à la caisse des retraites. Les crédits concernant les machines à acquérir et les installations à faire seront portés sur le Compte I, comme dans le dernier exercice on a porté sur ce compte les frais

d'installation de l'électricité et du chauffage central. On devra prévoir, dans cet exercice, la reconstitution de la base, pour laquelle il a été impossible de faire un devis, même approximatif, parce qu'on n'est pas encore fixé sur le système qui sera adopté. Pour les publications, il reste à effectuer l'impression des *Procès-Verbaux des séances du Comité international* et le *Rapport financier*. On espère que, au cours de cet exercice, la publication de Mémoires importants pourra être poursuivie.

Le projet du budget ainsi établi par la Commission est le suivant :

A. *Personnel :*

Directeur	38 000^fr
Adjoints	64 640
Assistants, Mécanicien, Calculateurs, Dactylographe, Garçons de bureau	63 820
B. *Indemnité du Secrétaire*	8 000
C. *Frais généraux d'administration :*	
Entretien des bâtiments	20 000
Machines et instruments	6 000
Frais de chauffage et d'éclairage	10 000
Concession d'eau	200
Primes d'assurances	1 400
Bibliothèque	4 000
Frais d'impression et de publications	20 000
Frais de bureau et secrétariat	4 000
Frais divers	10 000
Installations nouvelles	2 440
Total	252 500

La Commission propose que, pour les adjoints, les augmentations prévues deviennent effectives dès le 1^er octobre 1923, sous réserve qu'une somme de 1000^fr des appointements attribués à M. Volet ne lui soit accordée que dans le cours des deux années à venir, par le bureau du Comité, sur la proposition du Directeur du Bureau.

La Commission recommande que, pour les autres membres du Bureau nommés par le directeur, les appointements proposés, y compris ceux du nouvel assistant, soient un maximum, l'augmentation dans ces limites étant fixée par le Directeur au moment opportun. La première tranche de l'augmentation devra partir du 1^er octobre.

En outre, les dépenses engagées pour les appareils dont la construction a été proposée par le Bureau et approuvée par la Commission des Travaux et des Instruments seront soldées par le Compte I.

3° La Commission décide de proposer au Comité de fixer à 800fr la pension de Mme Besson, au lieu de 500fr qui lui ont été versés jusqu'à présent, ceci afin de tenir compte du changement des valeurs.

4° La Caisse de retraites devait, au Compte IV, à la fin de 1922, la somme de 51 327fr,15. Ses recettes annuelles, constituées par les intérêts des fonds placés, par les retenues sur les traitements, enfin par un prélèvement sur les taxes de vérification, sont de 8000 à 9000fr par an. On peut donc penser que le Compte IV sera entièrement libéré dans cinq ans environ, si la caisse de secours et de retraites n'a pas à faire face à de nouveaux engagements.

5° Le temps semble venu de liquider la contribution de l'Autriche et celle de la Hongrie pour l'année 1919. Diverses liquidations ont été effectuées pour des dettes particulières, mais il n'y en a aucune qui semble s'appliquer exactement au cas du Bureau. Pour celui-ci, la Commission est d'avis qu'il faut tenir compte des populations actuelles de l'ancienne monarchie dualiste, et demander aux pays auxquels certaines régions ont été annexées, de prendre leur part de la contribution de 1919.

6° Une nouvelle loi sur les accidents de travail peut engager directement la responsabilité pécuniaire du Directeur du Bureau vis-à-vis de certains de ses employés; informations prises, il s'agirait d'engager une somme annuelle d'environ 200fr. La question est laissée à M. le Directeur.

7° Il semble que le personnel du Bureau devrait être exonéré de l'impôt sur les salaires, payés sur les contributions des États. Après informations auprès des bureaux internationaux situés dans divers pays, la Commission envisage une démarche officieuse du Comité auprès du Gouvernement français, en vue de cette exonération.

8° La Commission a examiné l'opportunité d'intervenir auprès des États à change très élevé, afin qu'ils consentent à verser, en leur propre monnaie, leurs contributions sur le taux de celles de 1914, soit sur la dotation totale de 100 000fr.

Le Rapporteur,
C. Kargatchin.

Le Président,
P.-A. MacMahon.

Après un échange de vues, aboutissant à quelques modifications, dont il est tenu compte immédiatement, dans le texte de ce Rapport, M. le Président met aux voix les propositions qui y sont contenues, lesquelles sont adoptées à l'unanimité, à l'exception de celle concernant l'augmentation des appointements de M. le Directeur. Celui-ci, tout en se déclarant très touché de la bienveillanee du Comité, le prie de renoncer à cette augmentation, et de réserver cette somme de 2000^{fr} pour des destinations scientifiques plus urgentes.

M. le Président, s'inclinant devant les sentiments de délicat désintéressement de M. le Directeur, prend acte de cette renonciation.

M. le Président rappelle que le moment est venu de procéder au vote concernant les propositions de la Commission des Instruments et des Travaux, que l'on avait tenues en suspens.

Mises aux voix, ces propositions sont adoptées à l'unanimité.

M. le Président met également aux voix la nomination, comme adjoint, de M. Ch. Volet, assistant du Bureau.

Cette nomination est décidée à l'unanimité.

M. Tanakadate demande s'il ne serait pas possible d'obtenir que les États contractants paient leurs contributions sur la base de l'étalon d'or.

M. le Président répond qu'en tout cas la décision n'est pas de la compétence du Comité, et que ce devrait être dans quatre ans, devant la prochaine Conférence, que M. Tanakadate pourrait porter sa proposition, après en avoir discuté dans la prochaine session du Comité, en 1925.

M. le Président constate que l'ordre du jour de la session est épuisé, si aucun membre ne demande plus la parole pour de nouvelles propositions ou communications.

Conformément à la coutume suivie lors des précédentes sessions, le Comité autorise son bureau à approuver le Procès-Verbal de la présente et dernière séance.

M. Gautier tient, avant la clôture de la session, à remercier M. le Président pour les paroles aimables qu'il a bien voulu lui adresser au début de la première séance. Il est certain d'être l'interprète de tous ses collègues en félicitant le Comité d'avoir trouvé une direction stable. ferme et vigilante dans la personne de l'éminent savant, M. Vito Volterra, élu Président il y a deux ans, après la période de transition de 1920 et 1921.

Il est aussi heureux de constater qu'après la grande perte que le Comité a subie, l'année dernière, dans la personne du regretté St. C. Hepites, il a rencontré, en M. de Bodola, un Secrétaire modèle, au courant des traditions du Comité, et remplissant ses fonctions avec un zèle et une compétence auxquels il est heureux de rendre hommage.

Grâce au bureau du Comité, activement secondé, comme toujours, par le savant et aimable Directeur du Bureau international, tout a bien marché, et M. Gautier réitère à M. le Président et à M. le Secrétaire les sincères remerciements du Comité.

M. le Président, au nom de M. le Secrétaire et au sien, remercie M. Gautier de la sympathie qu'il vient d'exprimer. De son côté, il tient à adresser à M. le Directeur du Bureau et à ses collaborateurs les félicitations du Comité tout entier, pour le travail remarquable qu'ils ont accompli depuis la dernière réunion. Il remercie chaleureusement tous les membres du Comité pour le dévoue-

ment dont ils ont témoigné au cours de la session, et tout particulièrement M. le Secrétaire et MM. les Présidents et Rapporteurs des Commissions.

M. le Président déclare close la session du Comité international des Poids et Mesures pour l'année 1923.

La séance est levée à 18 heures.

Le Secrétaire,	*Le Président,*
L. de Bodola.	Vito Volterra.

ANNEXE AUX PROCÈS-VERBAUX.

PUBLICATIONS

CONCERNANT LES UNITÉS ET LES ÉTALONS ÉLECTRIQUES.

(Les documents dont le titre est accompagné d'un astérisque n'ont pas pu encore être obtenus pour le Bureau international.)

Documents généraux.

JACOBI, Sur quelques points de galvanométrie (*C. R.*, 1851).

G. MENGARINI, Storia della unità elettro-magnetica di resistenza (Rome, 1882).

Report to the Lords of the Committee of Council on Education by the Committee of Advice with respect to the International Congress for the determination of electrical units to be held at Paris in october 1883.

Reports of the Committee appointed on the purpose of constructing and issuing practical standards for use in electrical measurements (*Brit. Assoc. Adv. of Science*, 1873, 1888, 1891 et 1892).

Congrès international des Électriciens (Paris, 1889).

J. PIONCHON, Introduction à l'étude des systèmes de mesures usités en physique (Paris, 1891).

CH.-ÉD. GUILLAUME, Unités et étalons (Paris, 1893).

E. DORN, Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maasseinheiten (Berlin, 1893).

Legal units of electrical measure in the United States (*Office of the Coast and Geodetic Survey*, 1894).

E ORLICH, Elektrometrische Untersuchungen (*Zeits. f. Inst.* 1903.)

G. LIPPMANN, Unités électriques absolues (Paris, 1899).

Transactions of the International Electrical Congress (Saint-Louis, 1904, I, II et III).

F. A. WOLFF, The so-called international electrical units (*Bull. Bur. of Standards*, vol. I, n° 1, 1904).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Die Ergebnisse der internationalen Konferenz über elektrische Maasseinheiten (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 10, 1905).

Verhandlungen der internationalen Konferenz über elektrische Maasseinheiten (Berlin, 1906).

E. B. ROSA et N. E. DORSEY, A new determination of the ratio of the electromagnetic to the electrostatic unit of electricity (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. III, n°s 3 et 4, reprint n° 65, 1907).

Report of the international Conference on electrical units and standards (London, 1908).

Appendix to the Report : Notes to the specifications as to the methods adopted in various standardizing laboratories to realize the international Ohm and the international ampere, and to prepare the Weston normal cell.

F. A. WOLFF, The principles involved in the selection and definition of the fundamental electrical units to be proposed for international adoption (*Bull. Bur. of Stand*,, vol. V, n° 2, 1908).

P. JANET, L'Histoire et l'état actuel de la question des unités électriques fondamentales (*Journ. de Physique*, 1909).

R. DE BAILLEHACHE, Sur les Systèmes absolus d'unités électriques (*La Lumière électrique*, 1909).

R. DE BAILLEHACHE, Unités électriques (Paris, 1909).

V. BJERKNES, De la mesure absolue de grandeurs fondamentales du champ électromagnétique. Possibilité d'une action mutuelle des champs électrique et magnétique constants (*Journ. de Phys.*, 1909).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Die internationale Konferenz über elektrische Einheiten und Normale zu London im Oktober 1908 (*E. T. Z.*, 15, 1909).

A. ILIOVICI, Méthodes et appareils de mesures électriques et magnétiques (Paris 1910).

R. DE BAILLEHACHE, Les unités électriques (*Scientia*, VIII, 1910).
Order of business for the international scientific committee on electrical units and standards (Washington, 1911).
Report to the International Committee on electrical units and standards of a special technical Committee appointed to investigate and report on the concrete standards of the international electrical units and to recommend a value for the Weston normal cell (Supplement Washington, 1912-13).

J.-H. DELLINGER, International system of electric and magnetic units (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 292, 1916).
Electric units and standards (*Circ. Bur. of Stand.*, n° 60, 1920).

J. H. DELLINGER, Present status of the electric and magnetic units (*Bur. of Stand.*, 1921).

Mesure des résistances.

*W. SIEMENS, Vorschlag betreffend die empirische Widerstandseinheit (*Pogg. Ann.*, vol. CX, 1860).

H. A. ROWLAND, Research on the absolute unit of electrical resistance (*Am. Journ. Sc. and Arts*, XV, 1878).

Lord RAYLEIGH, Experiments to determine the value of the British Association Unit of resistance in absolute measure (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, Part II, 1882).

G. WIEDEMANN, Ueber die bisherigen Methoden zur Feststellung des Ohm (*E. T. Z.*, 1, 1882).

A. RÒITI, Metodo per determinare l'ohm (Turin, 1882).

Lord RAYLEIGH et Mrs. H. SIDGWICK, On the specific resistance of mercury (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, Part I, 1883).

Lord RAYLEIGH et M. H. SIDGWICK, Experiments, by the method of Lorentz, for the further determination of the absolute value of the British Association Unit of resistance, with an appendix on the determination of the pitch of a standard tuning-fork (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, Part I, 1883).

R. T. GLAZEBROOK et J. M. BODDS, Experiments on the value of the British Association Unit of resistance, Part I (*Phil. Trans. Roy. Soc.* Part I, 1883).

R. T. GLAZEBROOK et E. B. SARGANT, Experiments on the value of the British Association Unit of resistance, Part II (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, Part I, 1883).

J.-R. BENOIT, Construction des étalons prototypes de résistance électrique (Paris, 1884).

J.-R. BENOIT, Construction d'étalons prototypes de l'ohm légal (*Ann. télég.*, 1884).

E. MASCART, F. DE NERVILLE et R. BENOIT, Résumé d'expériences sur la détermination de l'ohm et de sa valeur en colonne mercurielle (Paris, 1884).

J.-B. BAILLE, Détermination de l'ohm. Étude de la méthode d'amortissement des aimants (*Ann. télégr.*, 1884).

A. RÒITI, Determinazione della resistenza elettrica di un filo in misura assoluta (Torino, 1884).

H. F. WEBER, Der absolute Werth der Siemens'schen Quecksilbereinheit und die Grösse des Ohm als Quecksilbersäule (Zürich, 1884).

K. STRECKER, Ueber eine Reproduction der Siemens'schen Quecksilbereinheit (*Ann. der Phys. und Chem.*, 2, 1885).

R. T. GLAZEBROOK et T. C. FITZPATRICK, On the specific resistance of mercury (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, 179, 1888).

H. WUILLEUMIER, Détermination de l'ohm par la méthode électrodynamique de M. Lippmann (*Congrès intern. des Électr.*, 1889).

K. FEUSSNER et ST. LINDECK, Metallegierungen für elektrische Widerstände (*Zeits. f. Instr.*, 9, 1889).

E. SALVIONI, Di una nuova costruzione dell' ohm legale (*Reale Acc. dei Lincei*, 1889).

E. SALVIONI, Sul rapporto fra l'unità britannica e l'unità di mercurio (*Reale Acc. dei Lincei*, VI, 1890).

E. SALVIONI, Nuovi confronti fra il mio ohm legale e alcune

resistenze campioni di Siemens, Strecker-Kohlrausch. Benoît et Glazebrook (*Reale Acc. dei Lincei*).

H. PASSAVANT, Ueber eine Reproduction der Siemens'schen Quecksilbereinheit (*Ann. der Phys. und Chem.*, XL, 1890).

K. FEUSSNER, Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (*Zeits. f. Instr.*, 1890).

CH.-ÉD. GUILLAUME, Rapport sur l'étude des étalons mercuriels de résistance électrique (*P.-V. du Com. Int. des Poids et Mesures*, 1891).

R. T. GLAZEBROOK, On the value of some mercury resistance standards (*Phil. Mag.*, 1891).

ST. LINDECK, Ueber eine Herstellung von Normalquecksilber-widerständen (*Zeits. f. Instr.*. 1891).

CH.-ÉD. GUILLAUME, Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure (*C. R.*, 1892).

D. KREICHGAUER et W. JAEGER, Ueber den Temperaturcoefficienten des elektrischen Widerstandes von Quecksilber und die Quecksilberwiderstände der Reichsanstalt (*Ann. der Phys. und Chem.*, 1892).

E. DORN, Ueber den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen (*Zeits. f. Instr.*, 1893).

K. FEUSSNER, Zwei Messwiderstande für hohe Stromstärken (*E. T. Z.*, 16, 1895).

K. FEUSSNER et ST. LINDECK, Die elektrischen Normal-Drahtwiderstände der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (*Zeits. f. Instr.* 1895).

A. LEMAN, Zur Bestimmung der Calibercorrection für elektrische Widerstandsrohre (*Wiss. Abh. der Phys. Tech. Reichs.*, II, 1895).

W. JAEGER, Die Quecksilber-Normale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm (*Zeits. f. Instr.*. 1896).

ST. LINDECK, Ueber eine Vergleichung der Widerstandsnormale der « British Association » mit denen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (*Zeits. f. Instr.*, 1896).

W. JAEGER et KAHLE, Die Grundlagen der electrischen Wider-

standseinheit für die Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (*Ann. der Phys. und Chem.*, 1898).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Ueber die Constanz von Normalwiderständen aus Manganin (*Ann. der Phys. u. Chem.*, 1898).

K. FEUSSNER, Neue formen elektrischer Widerstandssätze (*E. T. Z.*, 20, 1899).

W. JAEGER et K. KAHLE. Die Quecksilber-Normale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm (Fortsetzung I) (*Zeits. f. Instr.*, 1901).

W. JAEGER, Ueber die in der Darstellung und Festhaltung des elektrischen Widerstandsmasses Gerreichbare-enauigkeit (*Berl. Ber.*, 1903).

ST. LINDECK, Ueber die Haltbarkeit von kleinen Widerständen aus Manganinblech im praktischen Gebrauch (*Zeits. f. Instr.*, 1903).

W. JAEGER, ST. LINDECK et H. DIESSELHORST, Präzisionsmessungen an kleinen Widerständen in der Thomsonschen Brücke (*Zeist. f. Instr.*, 1903).

W. JAEGER et H. DIESSELHORST, Die Quecksilber-Normale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm (Forts. II et III) (*Wiss. Abh. der P. T. R.*, IV, 1904-1905).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Ueber die Konstanz von Normalwiderständen aus Manganin (*Zeits. f. Instr.*, 1906).

W. JAEGER, Vergleichende Betrachtungen über die Empfindlichkeit verschiedener Methoden der Widerstandsmessung (*Zeits. f. Instr.*, 1906).

TROUTON et RANKINE, On the electrical resistance of moving matter (*Proc. Roy. Soc.*, LXXX, 1907-1908).

F. E. SMITH, On methods of high precision for the comparison of resistances (*Nat. Phys. Lab.*, IV, 1909).

ST. LINDECK, Ueber den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf elektrische Widerstände (*Zeits. f. Instr.*, 1908).

E. B. ROSA, A new method for the absolute measurement of resistance (*Bull. Bur. of Stand*, vol. V, 1909).

E. B. ROSA, A. new form of standard resistance (*Bull. Bur. of Stand*, vol. V, 1909).

R. JOUAUST, Recherches faites au Laboratoire central d'Électricité sur l'étalon de résistance et l'étalon de force électromotrice (*Bull. Soc. int. des Électr.*, 1910).

F. WENNER, The four-terminal conductor and the Thomson bridge (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. VIII, n° 3, 1912).

F. GÖPEL, Komparator zur Ausmessung einer Ohmspule (*Zeits. f. Instr.*, 1912).

W. JAEGER et H. v. STEINWEHR, Ueber die Widerstandseinheit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt) *Zeits. f. Instr.*, 1913).

F. E. SMITH, Absolute measurements of a resistance by a method based on that of Lorenz (*Nat. Phys. Lab*, XI, 1914).

W. JAEGER et H. v. STEINWEHR, Die Widerstandsänderung des Quecksilbers zwischen 0° und 100° (*Ann. der Physik*, 1914).

J. OBATA, Construction of primary mercurial resistance standards (*Electro-Technical Laboratory*, Tokyo, 1914).

F. A. WOLFF, M. P. SHOEMAKER et C. A. BRIGGS, Construction of primary mercurial resistance standards (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, 1915).

GRÜNEISEN et GIEBE, Eine neue Bestimmung der absoluten elektrischen Widerdstandseinheit (*Ann. der Phys.*, 63, 1920).

P. JANET, Sur les étalons prototypes de l'ohm international (*C. R.*, 175, 1922).

R. JOUAUST, Comparaison des étalons prototypes de l'ohm international (*C. R.*, 175, 1922).

Voltamètres.

Lord RAYLEIGH et Mrs. H. SIDGWICK, On the electro-chemical equivalent of silver and on the absolute electromotive force of Clark cells (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, Part II, 1884).

F. KOHLRAUSCH et W. KOHLRAUSCH, Das elektrochemische Aequivalent des Silbers (*Sitzungsber. der Phys.-med. Ges. zu Würzburg*, 1884).

K. KAHLE, Zur Behandlung des Silbervoltameters und seine Verwendung zur Bestimmung von Normalelementen (*Ann. der Phys. u. Chemie*, 1899).

A. LEDUC, L'équivalent électrochimique de l'argent, du cuivre et de l'eau (*Congrès de Physique*, Paris. 1900).

P. JANET, E. LAPORTE et P. DE LA GORCE, Recherches sur l'équivalent électrochimique de l'argent (*Bull. Soc. Int. des Électr.*, 1908).

F. E. SMITH et T. MATHER, The silver voltameter, Part I (*Nat. Phys. Lab.*, vol. IV, 1908).

F. E. SMITH et T. M. LOWRY, The silver voltameter, Part II (*Nat. Phys. Lab.*, vol. IV, 1908).

W. JAEGER et H. VON STEINWEHR, Untersuchungen über das Silbervoltameter (*Zeits. f. Instr.*, 1908).

F. LAPORTE et P. DE LA GORCE, Sur l'équivalent électrochimique de l'argent (*Bull. Soc. int. Électr.*, 1910).

E. B. ROSA, N. E. DORSEY et J. M. MILLER, A determination of the international ampere in absolute measure (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. VIII, n° 2, 1911).

E. GEHRCKE et M. V. WOGAU, Ueber die absolute Messung des Ampere (*Verh. Deuts. Phys. Ges.*, vol. XIII, n° 12, 1911).

E. B. ROSA et G. W. VINAL, The silver voltameter, Part I (*Bull. Bur. of Stand.*. vol. 9, 1912).

E. B. ROSA, G. W, VINAL et A. S. MCDANIEL, The silver voltameter, Part II, III et IV (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. 9, 1912-1913).

H. V. STEINWEHR, Silbervoltametrische Messungen (*Zeits. f. Instr.*, 1913).

*W. JAEGER et V. STEINWEHR, Bemerkungen über das Silbervoltameter (*E. T. Z.*, 35, 1914).

G. W. VINAL et S. J. BATES, Comparison of the silver and iodine voltameters and the determination of the value of the faraday (*Sc. Pap. Bur. of Stand*,. n° 218, 1914).

G. A. HULETT et G. W. VINAL, Studies on the silver voltameter (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 240, 1914).

W. JAEGER et V. STEINWEHR. Ueber angebliche Einschlüsse bei elektrolytischen Silberniederschlägen und den « Volumeffekt » (*Zeits. f. Instr.*, 1915).

G. W. VINAL et W. M. BOVARD, Inclusions in the silver voltameter deposits (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 271. 1916).

E. B. ROSA et G. W. VINAL, Volume effect in the silver voltameter (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 283, 1916).

E. B. ROSA et G. W. VINAL. Summary of experiments on the silver voltameter at the Bureau of Standards and proposed specifications (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 285, 1916).

J. OBATA. The silver voltameter (*Electro-Techn. Lab.*, 1916).

E. B. ROSA et G. W. VINAL. The silver voltameter as an international standard for the measurement of electric current (*Proc. Nat. Acad. of Sc.*, 3. 1917).

J. OBATA, Further studies on the silver voltameter (*Electro-Techn. Lab.*, 1917).

J. OBATA, The Richards form of silver voltameters (*Electro-Techn. Lab.*, 1918).

J. OBATA, The Richards form of silver voltameters (supplement) (*Electro-Techn. Lab.*, 1919).

Piles-Étalons.

ST. LINDECK, Bemerkungen über elektromotorische Kraft des Clark-Elements (*Zeits. f. Instr.*, 1892).

ST. LINDECK, Ueber die elektromotorische Kraft des Normalelements von Fleming (*Zeits. f. Instr.*, 1892).

K. KAHLE, Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes (*Zeits. f. Instr.*, 1892).

K. KAHLE, Vorschriften zur Herstellung von Clark'schen Normalelementen (*Zeits. f. Instr.*, Heft 5. 1893).

K. KAHLE, Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes (*Zeits. f. Instr.*, 1893).

W. JAEGER et R. WACHSMUTH, Das Weston'sche Normal-Cadmium-Element (*E. T. Z.*, 37, 1894).

W. JAEGER et R. WACHSMUTH, Das Cadmium-Normalelement (*Ann. der Phys. und Chem.*, 1896).

K. KAHLE, Das Helmholtz'sche absolute Electrodynamometer und eine Anwendung desselben zur Messung der Spannung des Clark-Elementes (*Ann. der Phys. und Chemie*, 1896).

*MYLIUS et FUNK, Notiz über die elektrolytische Reinigung des Cadmiums (*Zeits. f. anorg. Chem.*, 13, 1896).

*MYLIUS et FUNK, Ueber die Hydrate des Cadmiumsulfats (*Ber. d. Deutsch. Chem. Ges.*, 30, 1897).

*W. JAEGER, Notiz über die Herstellung des Cadmium-Normalelement (*E. T. Z.*, 18, 1897).

W. JAEGER, Das electromotorische Verhalten von Cadmiumamalgam verschiedener Zusammensetzung (*Ann. der Phys. und Chem.*, 1898).

W. JAEGER et K. KAHLE, Ueber Quecksilber-Zink-und Quecksilber-Cadmium-Elemente als Spannungsnormale (*Zeits. f. Instr.*, 1898).

*MYLIUS et FUNK, Löslichkeit des Kadmiumsulfats (*Wiss. Abh.*, 3, 1900).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Ueber das Weston'sche Cadmiumelement; Erwiderung auf eine Bemerkung des Herrn E. Cohen (*Ann. der Phys.*, 1900).

G. GOUY, Les étalons de force électromotrice (*Congrès de Physique*, Paris, 1900).

W. JAEGER et ST. LINDECK, Untersuchungen über Normal-Elemente, insbesondere über das Weston'sche Kadmium-Element (*Zeits. f. Instr.*, 1901).

*W. JAEGER, Die Normalelemente und ihre Anwendung in der elektrischen Messtechnik (Halle a. S. Knapp, 1902).

*Zur Frage der Legalisierung eines Normals der elektromotorischen Kraft (*E. T. Z.*, 31, 1904).

K. E. GUTHE, A new determination of the electromotive force of Weston and Clark standard cells by an absolute electrodymamometer (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. II, n° 1, 1906).

*H. v. STEINWEHR, Ueber den Einfluss der Korngrösse auf das Verhalten des Merkurosulfats in der Normalelementen (*Z. für Elektrochemie*, 12, 1906).

F. A. WOLFF et C. E. WATERS. Preliminary specifications for Clark and Weston standard cells (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. III, 1907).

F. A. WOLFF et C. E. WATERS, Clark and Weston standard cells (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. IV, 1907).

F. A. WOLFF et C. E. WATERS, The electrode equilibrium of the standard cell (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. IV, 1907).

G. A. HULETT, Mercurous sulphate, cadmium sulphate, and the cadmium cell (*Phys. Rev.*, vol. XXV, 1907).

H. PELLAT, Nouvel électrodynamomètre absolu et détermination de la force électromotrice de l'élément du type Weston (*Bull. Soc. int. des Électr.*, 1908).

P. JANET et R. JOUAUST, Recherches sur les éléments étalons au cadmium (*Bull. Soc. int. Électr.*, 1908).

P. JANET, F. LAPORTE et R. JOUAUST, Recherches sur la détermination, au moyen d'un électrodynamomètre absolu, de la force électromotrice de l'élément étalon au cadmium (*Bull. Soc. int. des Électr.*, 1908).

W. E. AYRTON, T. MATHER et F. E. SMITH, A new current weigher and determination of the electromotive force of the normal Weston cadmium cell (*Nat. Phys. Lab.*, IV, 1908).

F. E. SMITH, The normal Weston cadmium cell (*Nat. Phys. Lab.*, vol. IV, 1908).

F. A. WOLFF, The temperature formula of the Weston standard cell (*Bull. Bur. of Stand.*, vol. V, 1908).

H. DIESSELHORST, Kompensationswiderstand für das Kadmium-Normalelement (*Zeits. f. Instr.*, 1908).

Announcement of a change in the value of the international volt (*Circ. Bur. of Stand.*, n° 29, 1910).

F. E. SMITH, On cadmium amalgams and the Weston normal cell (*Nat. Phys. Lab.*, VI, 1910).

E. WARBURG, Internationaler Wert der EMK des Weston Normalelementes (*Ann. der Phys.*, IV, 1910).

J. OBATA, Report on the Weston normal cells exchanged with the Bureau of Standards and the National Physical Laboratory (*Electro-Tech. Lab.*, n° 70, 1918).

E. C. McKelvy et M. P. Shoemaker, The two common failures of the Clark standard cell (*Sc. Pap. Bur. of Stand.*, n° 390, 1920).

W. Jaeger et H. v. Steinwehr, Ueber die angebliche Unbrauchbarkeit des Westonschen Normalelementes; Erwiderung auf eine Mitteilung der Herren Cohen u. Moesveld (*Zeits. f. Phys. Chem.*, XCVII, 1920).

J. Obata et Y. Ishibashi, Studies on the standard cells (*Electro-Tech. Lab.* n° 88, 1921).

J. Obata et Y. Ishibashi, Low voltage standard cells (*Electro-Tech. Lab.*, n° 100, 1921).

NOTICES NÉCROLOGIQUES

VICTOR VON LANG

Par le Dr L. KUSMINSKY.

La mort de Victor von Lang, décédé le 3 juillet 1921, a privé le Comité international des Poids et Mesures de son doyen aussi bien par l'âge que par l'ancienneté. Déjà, il avait été délégué, par l'Autriche, à la Commission internationale du Mètre, en 1870 et en 1872, et avait appartenu au Comité des Recherches préparatoires. Il ne fit cependant pas partie d'emblée du Comité international, dont le premier membre autrichien fut le métrologiste Herr; ce fut à la mort de von Oppolzer, en 1887, que von Lang fut élu dans son sein, où il représentait une lointaine tradition; son activité y fut marquée par la présidence, qu'il exerça à diverses reprises, de la Commission des Instruments et des Travaux.

I.

Von Lang était né à Wiener-Neustadt, près de Vienne, le 3 mars 1838. Il étudia d'abord à Vienne, puis alla à Heidelberg, où les leçons de Bunsen et Kirchhoff attiraient à eux une foule d'étudiants. En 1858, il passa son doctorat à Giessen, et, un an plus tard, se rendit à Paris où il fréquenta, durant une année, le Laboratoire de Physique du Collège de France; c'est là surtout qu'il s'initia à la métrologie auprès du maître incontesté qu'était Regnault; il retrouva là Pietro Blaserna, qu'il avait eu comme camarade à l'Université de Vienne, et avec lequel il était déjà lié d'amitié; puis, en 1861, il revint à Vienne où il fit, très jeune encore, un cours de physique des cristaux; l'année suivante, il devint assistant de la section de minéralogie au Musée de Kensington, à Londres; il y passa deux ans, travaillant avec ardeur à de délicates questions concernant la cristallographie.

En 1864, von Lang rentra dans son pays; il exerça alors pendant un an, à Gratz, les fonctions de professeur agrégé, puis fut

appelé, en 1865, à la chaire de physique de l'Université de Vienne, qu'il n'a plus quittée. Membre correspondant de l'Académie des Sciences en 1866, il devint membre titulaire en 1867; élu par ses confrères, d'abord secrétaire de la section physico-mathématique en 1898, puis secrétaire général en 1899, et vice-président en 1911, il occupa le fauteuil présidentiel dès 1915; son grand âge lui fit abandonner cette charge en 1919. En raison de la haute situation qu'il occupait en Autriche il fut élu sénateur en 1905; il devint, en 1918, à l'âge de 80 ans, Geheimer Rat, avec le titre d'Excellence.

Telle fut dans ses grandes lignes l'histoire de sa vie, entièrement consacrée au travail et à la recherche désintéressée.

II.

Ses goûts portèrent dès sa jeunesse Victor von Lang vers la cristallographie. Il n'avait que 18 ans, lorsqu'il entreprit, en 1856, ses recherches sur la structure du quartz, et, dès 1858, il consacrait, en collaboration avec Grailich, un très intéressant travail à l'influence de la matière et de la forme cristalline sur les propriétés physiques des cristaux. Son *Traité de Cristallographie* publié en 1866, présente pour la première fois cette importante partie de la minéralogie, avec toute la rigueur et la clarté désirables; il abonde en idées nouvelles qui forment des germes dont le développement se montrera fructueux. Ce furent ses études de prédilection, et l'examen des propriétés optiques de nombreux minéraux retint son attention jusqu'à son dernier jour. Ses travaux très importants sur la conductibilité thermique des cristaux relèvent aussi du même ensemble de préoccupations. Le goniomètre et surtout l'appareil à mesurer les angles des axes, construits à cette époque par von Lang, furent longtemps des outils indispensables aux recherches sur les cristaux. Observateur d'une rare habileté, comme le prouvent ses travaux sur l'enstatite ou fer météorique de Breitenbach, exécutés en 1864, il était aussi un excellent mécanicien, et presque tous les appareils employés par lui dans ses cours furent construits de ses propres mains.

A 20 ans, il s'était aussi occupé d'acoustique. Son travail, *sur les vibrations transversales d'une barre élastique*, fut le premier d'une série importante. On lui doit l'expérience remarquable prouvant que le son d'un tuyau sort [illegible] des nœuds. Il a aussi découvert les propriétés [illegible] des fils de caoutchouc. Puis, lors de la réunion à Paris, en 1886, d'une conférence pour la détermination du *la* normal, von Lang fut désigné

pour représenter l'Autriche; dans la suite, il consacra plusieurs études à ce problème.

C'est en optique que les travaux de von Lang ont donné les résultats les plus nombreux. Il a imaginé une série de méthodes dont l'importance est capitale pour les minéralogistes; son spectromètre est un instrument modèle encore fort employé. Par un enchaînement d'idées tout naturel, l'optique des cristaux le conduisit à la double réfraction et à la polarisation, deux domaines que ses travaux enrichirent considérablement.

Les recherches de von Lang sur l'arc électrique le firent connaître des électriciens, et c'est pour cela qu'il fut choisi comme rapporteur d'une de leurs commissions au Congrès de Physique, à Paris, en 1900. Il écrivit, à cette occasion, un mémoire *sur la force contre-électromotrice de l'arc électrique*, dans lequel il montre l'extrême difficulté d'une explication, de quelque côté qu'on se tourne; cependant, sa prédilection semble aller à une ionisation des métaux. On lui doit un électromètre à quadrants d'un usage très répandu. Sans quitter le domaine de l'électricité, une série d'expériences entreprises par lui contribuèrent puissamment à compléter nos connaissances relatives au détecteur Branly.

Enfin, sa dernière découverte fut celle du champ électrique tournant, expérience dont l'explication complète n'a pas été donnée jusqu'à ce jour.

On connaîtra l'universalité de son esprit lorsqu'on saura qu'il a établi la relation entre la pression de vapeur, la tension superficielle et l'électrisation. Il simplifia aussi la théorie cinétique des gaz en démontrant que les résultats ne sont pas modifiés si l'on suppose un tiers des molécules gazeuses se mouvant suivant chacune des trois coordonnées rectangulaires. Il avait étudié le frottement de l'air sur l'eau et les erreurs des aréomètres. Cette étude aboutit à l'établissement de sa *balance capillaire*.

Notons encore sa belle démonstration des équations de transformation dans la théorie de la relativité, probablement la plus claire et la plus simple qui ait été donnée.

Le *Traité de Physique théorique* de von Lang, publié en 1866, fut le premier ouvrage de ce genre imprimé sur le Continent.

III.

En 1871, une nouvelle loi sur les poids et mesures fut promulguée. Elle introduisait en Autriche le Système métrique, et fondait la Normal-Eichungs-Kommission, à laquelle était confié le

soin de créer et d'équiper les bureaux locaux de vérification, et de déterminer les poids et les mesures pouvant être utilisés dans le commerce. Les laboratoires de cette institution furent dotés d'instruments permettant l'exécution de mesures et de pesées de haute précision. Von Lang fut nommé membre de cette Commission, dont il devint président en 1904, et prit une part très active à ses travaux. C'est lui qui fut l'organisateur de son programme lorsque sa compétence fut étendue à l'étude des instruments électriques. Sous sa présidence, on construisit et l'on outilla, en 1916, un grand laboratoire de vérification des compteurs d'électricité dans lequel on peut examiner 600000 compteurs par an. Dans cet établissement furent poursuivies de nombreuses recherches sur les propriétés de ces appareils ainsi que sur les étalons primaires et secondaires des unités électriques.

S'inspirant des résultats obtenus par la Reichsanstalt, le Laboratoire Central d'Électricité, le National Physical Laboratory et le Bureau of Standards, il traça un programme de recherches physico-techniques, exigeant un personnel et un outillage spécialisés, différents de ceux requis par les laboratoires universitaires. Malgré l'exiguïté des ressources mises à sa disposition par le gouvernement, la Normal-Eichungs-Kommission est parvenue à exécuter une série de travaux importants. Les expériences sur les thermomètres, sur l'intensité lumineuse de la lampe à acétate d'amyle de Hefner-Alteneck en fonction de la pression barométrique, sur les balances de pression, etc., témoignent de l'activité de l'institution dans ce nouveau domaine.

IV.

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur la carrière scientifique de von Lang, on reconnaît qu'elle n'est marquée par aucune des découvertes qui portent tout d'un coup le nom d'un savant à la connaissance du grand public; il fut le travailleur infatigablement actif qui trace lentement mais sûrement son sillon dans le champ de la science. Ses travaux sont nombreux. Il a parcouru et cultivé tout le domaine de la physique à une époque où la spécialisation scientifique est devenue la règle commune. Cette spécialisation permet, il est vrai, de pénétrer plus profondément dans un domaine restreint, mais elle a d'autre part l'inconvénient de conduire à ce « splendide isolement » aussi stérilisante dans la science qu'en d'autres domaines. Il est bon, il est indispensable que d'aucuns jettent sur l'ensemble d'une science un coup d'œil

général, puisque, aussi bien, l'objet de l'investigation physique n'est autre que l'énergie, dont les manifestations se font en tous sens.

Durant sa longue carrière, von Lang a formé un grand nombre d'élèves qui ont occupé et occupent encore les chaires de nos Universités et des Écoles techniques, et sont chargés de la direction des laboratoires scientifiques de l'Autriche.

Von Lang parlait peu, et n'aimait pas à faire des phrases. La générosité et la noblesse du cœur s'alliaient chez lui à la sûreté et à la fidélité des relations. C'est bien à lui qu'on peut appliquer la formule du poète allemand : « C'était un homme et peu d'humains lui ressemblèrent ».

J.-RENÉ BENOIT

Par M. Ch.-Éd. GUILLAUME.

La mort de J.-René Benoît, qui s'est éteint sans souffrances dans la nuit du 4 au 5 mai 1922, a privé la science métrologique d'un des hommes qui l'ont le mieux aimée et le plus fidèlement servie. Seul, le déclin de ses forces, qu'il avait mises sans compter au service du Bureau international, et surtout l'affaiblissement de sa vue, l'avaient engagé à renoncer au rôle actif qu'il avait rempli pendant près de quarante ans. Mais il était demeuré, pour ceux qui se sont consacrés après lui à la métrologie, un conseiller vénéré, qui puisait, dans les trésors de sa grande expérience, des avis précieux, toujours reçus avec gratitude. Il synthétisait l'histoire du Bureau international, qu'il avait connu dès son origine. Avec lui, a disparu le lien qui nous rattachait à un lointain passé.

L'activité intellectuelle de J.-René Benoît fut d'abord orientée vers un domaine bien éloigné de la recherche précise; par déférence pour la volonté de son père, Justin Benoît, médecin fort distingué et doyen de la Faculté de Montpellier, il consentit à faire des études médicales, et les poussa jusqu'au doctorat. Puis, aussitôt ses examens achevés, il se tourna résolument vers la Physique, vint à Paris où il travailla dans le laboratoire de Jamin, et passa, en 1873, son doctorat ès sciences avec une thèse sur la *Variation de la conductibilité électrique des métaux*. Dans des recherches semblables exécutées en France, on avait jusqu'alors calculé une formule à deux, trois ou quatre termes, en déterminant, aussi bien que possible, le nombre strictement nécessaire de points, judicieusement répartis dans le domaine des températures. C'est ainsi qu'Isidore Pierre avait représenté la dilatation de divers liquides et Regnault avait opéré d'une façon analogue, notamment pour la dilatation du mercure.

Benoît se disposait à faire de même; mais il s'entretenait souvent de ce travail avec son beau-frère, le capitaine Perrier, plus tard général et directeur du Service géographique, auquel l'unissait une étroite amitié. Perrier lui conseilla d'employer la méthode des moindres carrés, ce qui lui permit de répartir ses observations dans tout le domaine exploré et de les compenser ensuite en des formules quadratiques. C'était, il y a cinquante ans, une des premières tentatives de ce genre, au moins dans le domaine de la physique. Lorsqu'il eut plus tard à calculer des dilatations, Benoît put se borner presque à appliquer les principes qu'il avait utilisés dans ce premier travail.

Les résultats de Benoît furent longtemps classiques, et quelques-uns sont encore actuels. Cela lui causait quelque surprise, et il disait volontiers qu'il était à cette époque bien ignorant de la métrologie. Mais, dans ce domaine de la conductibilité des métaux, les moindres impuretés jouent un rôle tout à fait prépondérant, et hors de proportion avec les erreurs qui ont pu être commises dans les mesures.

L'industrie électrique alors naissante offrait quelques débouchés aux jeunes physiciens. J.-René Benoît entra aux usines Rattier, où il fut chargé de surveiller la fabrication des câbles et de procéder à leurs essais. C'était déjà de la métrologie si l'on veut, mais une métrologie bien rudimentaire, qu'il avait le grand désir d'échanger contre une autre, plus préeise et plus subtile. Justement à ce moment le Bureau international venait d'être créé, et l'on cherchait parmi les jeunes savants ceux qui pourraient constituer son effectif. Dans la session de l'automne 1877, les titres des candidats furent examinés, et l'on procéda à leur nomination dans les trois mois qui suivirent. Ce fut le 1er janvier 1878 que J.-René Benoît prit ces nouvelles fonctions.

II.

Le programme d'action du Bureau international avait d'abord semblé fort restreint; dans une période initiale, on procéderait à la détermination des étalons prototypes, destinés à être répartis entre les divers États adhérents à la Convention du Mètre; et, leur distribution effectuée, le Bureau devait se replier pour ainsi dire sur lui-même et pourvoir aux vérifications périodiques, ainsi qu'à des déterminations occasionnelles d'étalons divers, surtout géodésiques. Mais, déjà en 1878, on avait pris conscience du fait que, afin d'atteindre toute la précision considérée comme

nécessaire pour une longue période, il fallait aborder un programme de réalisation comportant des travaux préliminaires de grande envergure. Aux mesures essentielles de la longueur et de la masse, s'ajoutaient celles des variables indépendantes, température et pression, en fonction desquelles devaient être finalement exprimées les premières.

Tandis que W. Marek était chargé des pesées, J.-René Benoît reçut mission d'étudier les méthodes de mesures des longueurs. On pensait disposer des prototypes au bout de deux ou trois ans, et après un temps à peu près égal, la distribution pourrait en être faite. Toutefois les études de confection des étalons eux-mêmes présentèrent des difficultés imprévues, circonstance très heureuse pour la précision finalement atteinte. Les méthodes étaient créées si l'on veut, mais il fallait les perfectionner. C'est à ce travail que s'attela Benoît, pour les mesures de longueur. Après avoir travaillé quelque temps avec le comparateur du baron Wrede, qui formait une étape très intéressante vers des instruments plus parfaits, on convint de le remplacer. C'est sous la direction de Benoît que fut construit, par la Société Genevoise, le comparateur à dilatation, resté pendant longtemps le meilleur instrument de ce genre. Il étudia particulièrement les conditions d'éclairage des microscopes, et les instructions qu'il donna alors sont encore suivies aujourd'hui. En même temps, il commençait l'étude d'un dilatomètre copié, pour tous ses dispositifs, sur celui qu'avait établi Fizeau; des thermorégulateurs constituaient, il est vrai, pour cet appareil, une nouveauté. La pratique qu'avait acquise Benoît dans le travail du verre lui fut très utile en cette occasion comme en beaucoup d'autres.

Dans le comparateur, comme dans l'appareil Fizeau, la mesure des températures joue un rôle de premier plan. Pernet avait montré comment on affranchit les résultats des variations du zéro des thermomètres; de son côté, Hansen avait élaboré une combinaison mathématique qui pouvait être appliquée indifféremment à l'étalonnage des règles et au calibrage des thermomètres. En réunissant ces méthodes et en y ajoutant la détermination de l'intervalle fondamental et du coefficient de pression, on pouvait se libérer des incertitudes qu'avait signalées Regnault, et l'on faisait du thermomètre à mercure un instrument précis.

Benoît, après avoir étudié les thermomètres qui formaient l'équipement du comparateur, décrivit avec soin les méthodes dans son mémoire devenu classique : *Dilatation et comparaisons des règles métriques.* Il ne manquait, pour amener les thermo-

mètres au degré de perfection qu'ils atteignirent tôt après, que de leur appliquer le verre dur. Ce fut, au moins jusqu'à l'époque actuelle, la dernière étape vers leur perfectionnement.

Le dilatomètre Fizeau, sous sa première forme, fut décrit dans un mémoire portant le titre : *Étude sur l'appareil Fizeau pour la mesure des dilatations.* Il s'agissait, dans ce premier essai, de se familiariser avec les manipulations de l'instrument; mais c'est seulement dans le mémoire intitulé : *Nouvelles études et mesures de dilatation par la méthode de M. Fizeau*, que sont décrits les travaux qui donnent à l'appareil Fizeau le caractère d'un instrument correspondant à la métrologie supérieure. Benoît détermina l'indice de l'air et sa variation avec la température, qui était restée flottante dans les travaux antérieurs; faisant une longue série d'expériences jumelées, dans le vide et dans l'air, il put en déduire le chemin optique dans les deux cas, et la variation thermique de la réfringence de l'air s'en déduisit immédiatement; il trouva que l'excès de l'indice sur l'unité était exactement proportionnel à la densité, ainsi que Mascart l'avait établi pourles changements de la pression; cet énoncé revêt tous les caractères d'une loi naturelle.

Benoît s'était toujours servi de la lumière de la soude pour déterminer les variations de distance d'où se déduisent les dilatations; cela ne présente ni inconvénients, ni difficultés, lorsqu'on mesure au moyen de l'appareil Fizeau des dilatabilités d'échantillons, et que les surfaces entre lesquelles se produisent les interférences sont très voisines; mais il n'en est pas de même dans la détermination de la constante de l'appareil, où l'on opère avec une différence de marche moyenne de 20^{mm} et où les franges sont d'une observation très difficile et un peu incertaine. C'est pour cela qu'en 1913 Benoît reprit la détermination de la constante, en se servant des radiations monochromatiques que M. Michelson avait introduites dans la métrologie. Ce fut le commencement d'un changement profond dans les méthodes, qui se poursuit en ce moment au Bureau international.

En dehors de la dilatation du platine pur, de l'iridium pur, et d'un grand nombre d'échantillons de platine iridié, d'acier, de laiton et de bronze, Benoît étudia trois cristaux, le quartz, le béryl et le spath d'Islande, qu'il considérait comme propres à fournir des étalons de dilatation.

Cependant, entre temps, les premiers étalons prototypes arrivaient au Bureau; on avait discuté longuement sur le mode de poli qu'on devrait adopter, mat ou spéculaire, et l'on s'était finale-

ment décidé pour ce dernier. Gustave Tresca passait ses journées à polir les surfaces et une partie de ses nuits à pratiquer les traits *terminaux* des mètres: il travaillait en effet dans Paris, et il lui fallait opérer à des heures où l'appareil était garanti contre les secousses de la rue.

En 1887, commença l'étude de la dilatation des règles, à laquelle Benoît m'associa, et qui fut poursuivie jusqu'en 1889. Nous déterminâmes d'abord la dilatation absolue d'une règle que nous prîmes un peu au hasard parmi les premières qui furent livrées, et qui, grâce à son ajustage exact à la longueur du Mètre des Archives, fut choisie plus tard comme prototype international. Nous rapportâmes alors la dilatation de tous les autres prototypes à cette règle, en nous servant de la méthode relative. On sait aujourd'hui que ce travail exige une petite correction; mais c'est peu pour des mesures exécutées il y a trente-cinq ans, et pour lesquelles on nous pressait d'aboutir. Il ne faut pas s'étonner qu'on puisse faire un peu mieux aujourd'hui.

Dans le *Rapport sur la construction, les comparaisons et les autres opérations ayant servi à déterminer les équations des nouveaux prototypes métriques*, qu'il rédigea en vue de la Première Conférence générale des Poids et Mesures, Benoît se montra un métrologiste plein de sens. Pour l'équation des règles, le calcul donnait une erreur probable de $0^{\mu},05$. Laissant de côté les résultats, et discutant les causes d'incertitude telles qu'elles lui apparaissaient, Benoît fixa à $0^{\mu},2$ environ la limite d'erreur des prototypes dans le domaine des températures usuelles. On sait aujourd'hui combien il avait raison de ne rien exagérer, car il semble que les limites, larges en apparence, qu'il avait fixées alors, aient été un peu dépassées.

III.

Depuis que, pour les usages scientifiques, les longueurs sont matérialisées dans les étalons tracés, on opère au moyen d'une règle divisée, à laquelle peuvent être rapportées les deux longueurs à comparer; mais il faut, au préalable, connaître de façon précise la position de tous les traits auxquels on devra se relier. C'est pour y parvenir que Benoît entreprit le long travail d'étude de la Règle normale du Bureau, qui fournit, pour la première fois, mille étalons, progressant de millimètre en millimètre, jusqu'à un mètre. Six mois d'un labeur assidu furent consacrés à l'étude de cette règle, qui a servi pendant longtemps, et n'a été

remplacée que lorsque la construction des étalons eut elle-même réalisé d'importants progrès. On put désormais délivrer les savants des hésitations entre le millimètre de Brunner et celui de Froment, différents l'un de l'autre, sans qu'on pût savoir quel était leur écart par rapport au millimètre vrai.

La médiocre précision avec laquelle on avait connu jusque-là les équations des étalons représentant les subdivisions du mètre explique suffisamment l'erreur des valeurs trouvées par Rowland pour les longueurs des ondes lumineuses. Opérant au moyen d'un réseau de grande perfection, l'éminent physicien de Baltimore avait donné, pour des radiations choisies dans les diverses régions du spectre, des rapports à très peu près corrects, mais dont l'erreur absolue était de l'ordre de $\frac{1}{33000}$. La comparaison du réseau de Rowland à un intervalle choisi sur la règle normale du Bureau international eût, il y a quarante ans, réduit cette erreur à moins du dixième.

Un autre travail de grande importance, que Benoît accomplit un peu plus tard, fut la détermination du rapport existant entre le Yard et le Mètre. La détermination d'un tel rapport, entre des longueurs très différentes, entraîne un travail considérable. Au temps des étalons à bouts, on construisait une série de barreaux sensiblement égaux, que l'on pouvait comparer entre eux, et qui, mis à la suite dans le nombre voulu, permettaient de constituer des longueurs très voisines de l'une ou de l'autre de celles que l'on se proposait de rapporter l'une à l'autre. C'est ainsi, par exemple, que Borda est passé de la double toise au Mètre, dans un travail qui est, pour l'époque, un modèle de perfection.

Avec les règles à traits, il faut procéder par des étalonnages. La règle normale fournit à Benoît des longueurs très voisines du yard, qu'il détermina au moyen d'étalons comparés à l'Imperial-Standard. On possédait alors la valeur donnée par Arago et Kater, puis celle de Clarke, déduite de certaines toises comparées à celles du Pérou. Enfin, la synthèse de Tittmann et les comparaisons de Comstock avaient fourni des valeurs plus approchées du yard. Celle de Benoît servit à établir les équivalents légaux qui figurent depuis 1897 dans les décrets britanniques. On pense faire maintenant un pas de plus vers la précision, mais la valeur de Benoît aura été admise pendant trente ans.

Dans le même ordre d'idées, il faut ranger la détermination de la toise du Pérou, ancien étalon des mesures françaises, et de la toise de Bessel, déjà comparée par Arago à la précédente, et à laquelle furent rapportés pendant longtemps les résultats géodé-

siques de l'Europe centrale et orientale. Or, les côtés des triangles, où se rencontraient les géodésies fondées respectivement sur la toise de Bessel et sur les étalons métriques, présentaient régulièrement une divergence de $\frac{1}{50000}$, et c'est en partie pour en rechercher les causes que l'on avait d'abord pensé à la création du Bureau international ([1]). Après que Benoît eut déterminé à nouveau la toise de Bessel, et que l'étalon du Service géographique de l'Armée française eut été étudié, la divergence tomba à $\frac{1}{5000000}$, quantité considérée par les géodésiens comme très petite.

IV.

Les étalons qui viennent d'être mentionnés, le yard et la toise, avaient servi à exprimer les grandeurs de la géodésie; mais le Bureau devait entrer plus étroitement en contact avec cette branche de la science. En 1883, on avait monté le comparateur de 4^m, spécialement adapté aux règles dont on se sert le plus fréquemment, et c'est au moyen de cet instrument que furent déterminés la plupart des étalons géodésiques. Les règles monométallique et bimétallique du Service géographique français, les règles de la Commission géodésique espagnole, la règle de l'Institut géodésique prussien, et tant d'autres, furent étudiées et poursuivirent l'unification dans la géodésie. Le concours de deux observateurs était ici nécessaire; Benoît m'associa le plus souvent à ces travaux.

La découverte de l'invar, en 1896, offrit un champ nouveau à notre activité. L'étude de nombreux étalons géodésiques nous avait permis de noter les qualités et les défauts des dispositifs employés jusque-là, et nous avions déjà formulé ensemble

---

([1]) La Conférence géodésique pour la mesure du degré dans l'Europe centrale, réunie en 1867 à Berlin, élabora en effet un projet de statut où se trouve la disposition suivante :

« Afin de définir l'unité commune de mesure pour tous les pays de l'Europe, et pour tous les temps aussi exactement et invariablement que possible, la Conférence recommande la construction d'un nouveau mètre prototype européen. La longueur de ce mètre européen devrait différer aussi peu que possible de celle du mètre des Archives de France, à Paris, et il doit, en tout cas, lui être comparé avec la plus grande exactitude. Dans la construction du nouvel étalon prototype, il faut avoir surtout en vue la facilité et l'exactitude des comparaisons nécessaires. »

quelques-unes des conditions que devaient remplir ces étalons. A la demande du Service géographique de l'Armée française, nous élaborâmes, en 1899, le projet d'une règle tracée sur le plan des fibres neutres, et qui nous semblait satisfaire au mieux le programme de la détermination au laboratoire et de l'emploi sur le terrain. Cet étalon fut bientôt employé dans les mesures faites en Équateur, et a servi, plus récemment, à la détermination de la base de Lyon; il en a été fait de nombreuses copies.

A la même époque, l'attention des géodésiens était vivement attirée sur le procédé de mesure des bases par les fils, qu'avait élaboré M. Edv. Jäderin; et, sur la proposition de l'Association géodésique, le Comité international inscrivit au programme de travail du Bureau l'étude des fils d'invar. Une base fut construite, et, dès l'année 1901, nous entreprîmes l'étude des actions susceptibles de modifier de façon permanente la valeur des fils, ainsi que la recherche des meilleurs procédés propres à les éliminer. Ce travail nous donna des satisfactions inespérées. Après deux ans d'un labeur assidu, nous avions établi les règles d'emploi des fils, et réalisé avec le concours de notre ami, le regretté J. Carpentier, tout un matériel devenu d'un usage général dans la mesure des bases. Le nombre des fils étudiés ainsi au Bureau dépasse aujourd'hui 600, et parmi eux beaucoup ont été envoyés plusieurs fois pour que leur variation soit déterminée au Bureau. La mesure des bases, actuellement incomparablement moins coûteuse qu'autrefois, la possibilité d'utiliser des terrains bien plus variés que dans la mesure par la règle, permirent de multiplier énormément les bases, et, par suite, d'apporter à la mesure des angles des conditions moins sévères, parce qu'on se repère bien plus souvent qu'autrefois sur une distance connue.

V.

Après que les étalons à traits eurent été distribués aux Etats adhérents à la Convention, nous entreprîmes l'étude d'une petite série de six étalons à bouts, en platine iridié, possédant la section en X symétrique de haut en bas, de telle sorte que le plan des fibres neutres se trouvât au centre de la barre médiane. Benoît avait déjà comparé, avec Gustave Tresca, l'étalon provisoire au Mètre des Archives. La méthode avait consisté à placer, à petite distance des surfaces terminales de ce dernier, des pointes fines qui, dans des microscopes dont l'axe était perpendiculaire à celui de la règle, fournissaient à la fois une image

directe et une image réfléchie. On identifiait chaque face terminale au milieu de l'intervalle compris entre les deux images.

Pour que ces lieux se confondent, il est nécessaire que le microscope soit parfaitement au point. Cornu avait indiqué un procédé consistant à découvrir successivement la partie centrale et la partie marginale de l'objectif; la mise au point exacte devait être obtenue quand l'image n'éprouvait aucun déplacement.

Pour le travail actuel, Benoît imagina de remplacer la pointe par un fil d'araignée tendu horizontalement, et appuyé sur deux fils d'araignée verticaux, appliqués contre la barre. L'image complète était formée en apparence par deux traits fins et très purs situés à une distance égale au double de l'épaisseur d'un fil d'araignée. On éclairait le champ au moyen d'un miroir fixé en dessous de la règle, de telle sorte que ces deux apparences de traits se projetassent en noir sur un fond clair. Les pointés étaient faciles, et nous pensions avoir obtenu de bons résultats. Lorsque le Comité exprima le désir que la détermination fût répétée par une méthode de contact, on consacrait, en apparence, un recul, puisque, depuis trois quarts de siècle, on considérait le contact comme offrant peu de garanties, et partout, dans les instruments métrologiques, on lui avait substitué la visée et la mesure par les micromètres oculaires.

Les premières mesures par contact donnèrent un résultat sensiblement différent de celui des déterminations optiques. Nous n'en fûmes qu'à moitié surpris; mais, soucieux de mettre en évidence la cause de cette divergence, nous réglâmes à nouveau les palpeurs avec le plus grand soin, et recommençâmes le travail. Le résultat fut pratiquement identique au précédent. Alors, nous reprîmes l'étude des déterminations au microscope. Le procédé de mise au point imaginé par Cornu suppose que l'objectif est exempt d'aberrations, et ceux du comparateur Brunner ne remplissaient pas cette condition. Ayant adapté d'autres microscopes à cet instrument, nous obtînmes finalement l'accord sur les valeurs déterminées au moyen des palpeurs.

A la même époque, le commandant (depuis colonel) Hartmann et le capitaine (aujourd'hui général) Mengin poursuivaient, à la Section technique de l'Artillerie, à Paris, des expériences en vue de la détermination par contact des étalons terminés par des calottes sphériques centrées sur le point milieu de l'étalon; ils obtinrent des résultats excellents. Une collaboration s'établit aussitôt. Benoît installa au Bureau un comparateur Hartmann, en fit l'étude, et déduisit les étalons les uns des autres en les

aboutant deux à deux, de manière à obtenir toujours deux longueurs égales. Une série fut étudiée pour le Bureau, une autre pour la Section technique; ces derniers furent reproduits en un très grand nombre d'exemplaires, et opérèrent une première unification des mesures industrielles.

On a vu depuis lors apparaître les étalons Johansson, qui permettent une précision plus élevée; mais les étalons à bouts sphériques de la Section technique restent encore, dans certains cas, les seuls qu'on puisse employer.

VI.

Dans sa session de 1891, le Comité international, instruit, par B.-A. Gould, des travaux que préparait M. A.-A. Michelson, décida de l'inviter à venir au Bureau, pour y mettre en œuvre son admirable méthode de mesure des longueurs d'onde. M. Michelson arriva en juin 1892, et commença aussitôt le montage de ses appareils. La partie optique était parfaitement au point, mais il restait à perfectionner la partie métrologique. Benoît s'y employa de toutes ses forces jusqu'au moment où, subitement arrêté par la maladie, il dut abandonner ce travail. Mais déjà, il avait exécuté, aux côtés de M. Michelson, une série complète de déterminations, conservées dans le résultat final. Ce travail, qui ouvrait une voie nouvelle dans la physique, fut le point de départ d'une foule de recherches qui associèrent intimement les radiations lumineuses à la métrologie; ce domaine est en pleine croissance, et ses idées directrices sont loin d'être épuisées.

Pour cette question si importante des longueurs d'onde, ce fut une insigne bonne fortune que M. Benoît pût, quatorze ans plus tard, apporter toute son expérience à une nouvelle détermination, effectuée par la méthode des franges de superposition, qu'avaient élaborée MM. Perot et Fabry. Là encore, aux procédés relevant de l'optique interférentielle, il fallait joindre une métrologie subtile, tant dans la conception des appareils que dans leur construction et leur emploi.

Associant tout ce que leur passé leur avait permis d'acquérir, les trois éminents physiciens purent, dans des conditions fort simples et beaucoup plus rapides que dans le travail initial, obtenir un résultat dont il ne semble pas exagéré de dire que le dix-millionième est sûr, sous réserve toutefois de la révision, actuellement en cours, des équations de nos étalons d'usage.

MM. Michelson et Benoît n'osaient pas garantir beaucoup mieux que le millionième; mais telle est la chance qui accompagne souvent les travaux des vrais métrologistes, que, entre les deux résultats, un désaccord de un dix-millionième est à peine dépassé.

Cette mesure précise des longueurs d'onde poursuivait, comme on sait, un but multiple. Le Comité international avait en vue, en prenant l'initiative de lui associer le Bureau, l'établissement d'un témoin naturel de l'unité de longueur, en conformité avec le projet des créateurs du Système métrique, mais avec une précision d'un tout autre ordre. De plus, les longueurs d'onde bien connues devenaient elles-mêmes des micromètres naturels, aisés à obtenir partout, et permettant d'atteindre la plus haute exactitude. La méthode fait chaque jour de nouvelles conquêtes dans la recherche scientifique, et commence même à poser des jalons dans l'industrie.

Pourtant, on est moins certain qu'il y a trente ans, de la rigoureuse égalité dans la fréquence des vibrations internes des atomes. La température, la pression, agissent sur la largeur des raies, et peuvent en déplacer l'axe. Zeeman a établi l'action du champ magnétique, Stark celle du champ électrique; et aujourd'hui, poursuivant une conséquence des théories d'Einstein, on cherche l'action d'un champ gravifique. Heureusement, dans le cas des raies les mieux adaptées aux mesures interférentielles, ces actions sont assez faibles pour qu'il n'ait pas été possible de les mettre en évidence dans les conditions les plus diverses de leur production normale, et non volontairement altérée.

Pour se garantir contre les changements possibles des longueurs d'onde, le Comité international avait décidé de faire construire des étalons en quartz et de les mesurer au moyen des interférences. Ces étalons furent livrés au Bureau en 1910. Benoît avait préparé leur étude, mais la fatigue de ses yeux ne lui permit pas d'avancer le travail au delà des premiers éléments. C'est à cette détermination qu'est maintenant occupé M. Pérard.

VI.

En vue de la Conférence internationale des unités électriques, qui devait se réunir à Paris en 1884, on avait entrepris, dans tous les pays, des déterminations absolues de la valeur de l'ohm. Plusieurs de ceux qui s'étaient voués à une semblable recherche avaient rapporté leurs mesures à des résistances en maillechort,

copiées, par des constructeurs, sur des étalons mercuriels, soit directement, soit par plusieurs intermédiaires. C'est à cette manière de procéder qu'il faut attribuer les plus fortes parmi les divergences présentées par les nombres qui furent apportés à la Conférence. Avec la collaboration de M. de Nerville, É. Mascart avait entrepris une semblable détermination, et, connaissant la compétence de Benoît, à la fois dans les questions métrologiques générales et dans celles qui se rattachaient aux étalons électriques, il lui avait demandé de construire des étalons mercuriels auxquels il pût rapporter les résistances déterminées en valeur absolue. Le nombre issu de cette détermination se trouva bien près de la valeur admise aujourd'hui. Pour cette construction, qui ne se rattachait pas directement aux opérations dont le Bureau est régulièrement chargé, Benoît demanda au Comité international une autorisation, qui lui fut accordée; mais cette construction, exécutée en plus du programme ordinaire, lui imposa une charge accrue, et il fallut toute sa puissance de travail pour la mener à bonne fin.

La valeur de l'ohm aussitôt adoptée, le Gouvernement français pria Benoît de construire quatre étalons le représentant aussi bien que possible. Ces derniers réalisés, un grand nombre de copies mercurielles furent exécutées, et libéralement offertes aux laboratoires intéressés. C'est ainsi que, jusqu'à la création des grands laboratoires nationaux, l'ohm Benoît servit de type pour la mesure précise des résistances électriques. Enfin, après la Conférence réunie à Londres en 1908, et à laquelle il avait été délégué, Benoît accepta, une fois de plus, de construire une série d'ohms conformes à la nouvelle définition.

Il faut avoir vu de près les soins donnés à ce travail pour se rendre compte, à la fois, de la valeur du résultat et du labeur immense qui lui fut consacré. L'expérience de Benoît était allée sans cesse en croissant, ainsi que son amour de la perfection; bien que l'âge commençât à lui rendre le travail moins facile, il aborda cette réalisation avec la ferme volonté de pousser la perfection jusqu'à ces dernières limites.

Prenant la question dès le début, il choisit lui-même les tubes, procéda à leur tracé au moyen de la machine du Bureau dont il avait fait une étude spéciale, les calibra, les jaugea, fit l'ajustage final, et consacra à ces diverses opérations et aux calculs qu'elles entraînaient ses jours et ses nuits. Ce fut son dernier travail, et il le poursuivit assidûment dans sa retraite.

VIII.

La métrologie est, plus peut-être que toute autre discipline, liée au travailleur, et en cherchant à caractériser l'œuvre, nous n'avons pas pu la séparer de l'homme que fut J.-René Benoît. Sa conscience méticuleuse, son désintéressement poussé à l'extrême, se retrouvaient dans tous ses actes.

Il fut un temps où le maintien de l'activité du Bureau exigea beaucoup d'abnégation. En février 1889, O.-J. Broch, qui avait jusque-là dirigé le Bureau international avec une haute distinction, fut subitement enlevé à notre affection respectueuse. Benoît pouvait seul remplir l'intérim, dont le Comité le chargea aussitôt; il le nomma directeur à l'automne de la même année, tandis qu'était réunie la Première Conférence générale des Poids et Mesures. C'était précisément la fin, arrêtée d'avance, de la première période d'activité du Bureau, après laquelle la dotation devait être diminuée d'un quart. Il fallut, pour être à même de poursuivre le travail, un grand effort d'économie, auquel Benoît voua ses soins et ses peines. Avec un personnel très réduit, il fallait encore faire face à des tâches multiples, et chacun dut s'imposer d'infimes besognes. Mais notre chef donnait l'exemple avec tant d'entrain qu'il nous était facile de le suivre. Sa puissance de travail était, à cette époque, vraiment extraordinaire, et il ne la ménageait pas; il put ainsi poursuivre, avec l'administration du Bureau, des travaux dont quelques-uns viennent d'être esquissés. Mais il trouvait une compensation à son labeur dans les joies puisées au foyer qu'animait son admirable compagne.

L'extrême modestie, le désintéressement, la bonté, étaient les côtés charmants du caractère de J.-René Benoît, et il faut avoir vécu longtemps de sa vie pour savoir les apprécier pleinement. Il aimait la calme retraite, propice aux travaux auxquels on se voue tout entier, et même dans les publications qui seules peuvent faire connaître le fruit du travail, il s'abstenait, tant qu'un résultat n'avait pas atteint, dans le repos, sa complète maturité. Telles sont les raisons pour lesquelles il était peu connu du grand public.

Dans les Commissions de physique ou de métrologie, son bon sens et son expérience consommée lui assuraient une grande autorité; et c'est aussi ce bon sens qui achève de donner à ses travaux le caractère de perfection qui les classe parmi les meilleurs de la science métrologique.

Mais on ne poursuit pas indéfiniment un labeur pareil au sien. Ses yeux en particulier, auxquels les pénibles observations des franges obtenues dans la lumière de la soude avaient imposé de bonne heure un effort exagéré, allaient en s'affaiblissant, et, craignant de ne plus pouvoir suffire pendant longtemps aux obligations que lui imposait sa double activité, de chef et de métrologiste, il annonça au Comité international son intention de résigner ses fonctions à la fin de l'année 1914. Mais, à la date prévue, la région parisienne était encore très menacée, et son concours restait précieux en vue des mesures urgentes que les circonstances pouvaient nous obliger à prendre pour assurer la sauvegarde des précieux trésors qui nous étaient confiés. Il conserva donc ses fonctions jusqu'en mai 1915, et ne quitta son poste, devenu pour un temps un poste de combat, que lorsque la menace d'invasion se fut évanouie. Le Comité international lui conféra le titre de directeur honoraire. Ses travaux pour la géodésie lui avaient valu d'être nommé, en 1894, correspondant du Bureau des Longitudes; il avait présidé la Société française de Physique en 1898, et ses recherches l'avaient fait désigner, en 1903, comme correspondant de l'Académie des Sciences. Il était membre d'honneur de la Société de Physique de Londres et de la Société française des Électriciens, et, depuis 1908, officier de la Légion d'honneur.

Sa vie, tout entière consacrée au devoir, reste, pour ceux qui en furent les témoins, un enseignement et un guide. Son labeur laisse une trace profonde dans les méthodes qu'il a imaginées ou perfectionnées, dans les déterminations qu'il a faites, et qui ont constitué le point de départ, parfois oublié, d'autres recherches. Par-dessus tout, peut-être, son action demeurera féconde dans l'impulsion qu'il a donnée aux travaux du Bureau international, où pendant longtemps continuera à lever la semence qu'il a répandue.

KLAS BERNHARD HASSELBERG

Par M. Ivar FREDHOLM.

Klas Bernhard Hasselberg naquit, le 3 septembre 1848, à Wanga, dans la province suédoise de Westrogothie. Son père était pasteur. Après avoir reçu à la maison les premiers rudiments de l'instruction, le jeune homme entra au lycée de Skåra (1863) qu'il quitta trois ans plus tard pour l'Université d'Upsal, où il étudia les mathématiques, la physique et l'astronomie. Parmi ses professeurs, il convient de citer en premier lieu le célèbre physicien Ångström, puis l'astronome G. Svanberg, dont l'enseignement eut sur Hasselberg une influence prépondérante [1]. Au bout de six ans seulement de travail, Hasselberg fut en état de présenter sa thèse de doctorat (1872) portant sur un sujet de mathématiques pures : développement de la fonction sin am u suivant les puissances de u. Le jeune docteur se rendit alors à Copenhague afin d'y étudier les méthodes photographiques de d'Arrest pour les spectres nébuleux.

L'année 1872 fut une date particulièrement importante dans la vie scientifique de Hasselberg. Au mois de septembre, il se rendit à Poulkovo, où la recommandation de Svanberg lui fit obtenir une place d'astronome extraordinaire. Après s'être initié aux observations astronomiques et aux calculs courants, il fut chargé d'organiser l'expédition de Possiet, en Mandchourie, entreprise en vue du passage de Vénus en 1874. A cet effet, il se documenta et se prépara sérieusement. Il se familiarisa avec la pratique générale de la photographie à l'Institut de l'État-Major à Saint-Pétersbourg et la photographie du Soleil à l'Observatoire de Vilna. Pendant l'hiver de 1873, il visita les observatoires de Berlin, Schwerin, Hambourg et Bothcamp, afin de s'entendre avec ses collègues allemands sur les méthodes d'observation.

---

[1] On se souvient que Svanberg collabora, avec l'illustre Berzélius, à la détermination de la masse du décimètre cube d'eau.

Au commencement de juillet 1874, il se rendit dans le port de Possiet et prit la direction des opérations photographiques du passage de la planète. Ces observations eurent lieu au milieu de circonstances peu favorables. Hasselberg réussit néanmoins vingt-sept plaques qu'il put mesurer au moyen d'une machine à diviser.

Bien que les résultats de cette expédition n'eussent pas répondu aux espoirs des astronomes, son insuccès relatif ne saurait aucunement être attribué aux observateurs. Les plaques sèches n'étaient point encore inventées; Hasselberg n'avait que 26 ans; cependant il fit preuve d'un talent d'organisateur et d'exécutant tout à fait remarquable pour cet âge.

A son retour, il visita encore plusieurs observatoires d'Italie et d'Allemagne, et rentra à Poulkovo en avril 1875. Pendant ce voyage, il fut nommé astronome-adjoint de cet Observatoire, et en même temps, chargé du service de l'heure à Saint-Pétersbourg.

En 1883, on créa pour lui le poste d'astrophysicien, qui le mit sur le même rang que les professeurs de l'Université et les astronomes en titre de Poulkovo. Il eut, en cette qualité, le titre de Conseiller d'État.

Le talent et la réputation d'Hasselberg n'avaient pas manqué d'attirer l'attention de ses compatriotes. Aussi, à la mort du physicien Edlund, membre de l'Académie des Sciences de Suède, fut-il désigné presque immédiatement pour lui succéder. Il entra en fonctions le 1er juin 1889.

Hasselberg s'était livré à des recherches spectroscopiques dès son séjour à Poulkovo. Il avait, entre autres, étudié le spectre de l'hydrogène, particulièrement le second, et montré qu'il appartient réellement à l'hydrogène, et non, comme on l'avait cru jusque-là, à des impuretés de ce gaz.

Convaincu que les progrès de l'astrophysique exigeaient une révision générale de nos connaissances sur les spectres, il se fixa comme but principal de faire l'étude de ceux-ci, avec toute l'exactitude que permettaient alors les moyens expérimentaux à la disposition des savants. Il résulta de ses travaux une série d'études sur les spectres des éléments : Cr, Ti, Co, Ni, Mn, Va, Mo, Wo, études exécutées avec une habileté et un soin qui rangèrent leur auteur parmi les premiers spectroscopistes de son temps.

Jusque-là Hasselberg avait travaillé avec un réseau plan de Rowland (fait avec la seconde machine à diviser de ce savant), ce qui nécessitait l'emploi de lentilles. Aussi ne put-il pas dépasser 3000 Å dans l'ultraviolet. Son intention était de pousser

ses recherches plus avant dans cette direction. Il s'était à cette intention procuré un grand réseau concave de Rowland, mais il dut renoncer à s'en servir, faute de place. Lorsqu'en 1914 l'Académie des Sciences de Stockholm quitta son ancien local à l'intérieur de la ville, on n'avait pas encore réussi à réaliser le projet de construction d'un institut de physique, de sorte que l'installation de Hasselberg dut rester dans l'ancienne maison. Les conditions cessèrent d'être, dans ce local, favorables aux recherches de précision, et même l'établissement d'un atelier pour la confection des uniformes militaires rendit impossible tout travail de photographie. A ces circonstances extérieures décourageantes, vint bientôt se joindre une maladie des yeux qui empêcha Hasselberg de faire ses observations spectroscopiques.

Son énergie ne fut point abattue pour cela. Il se voua à la solution d'un autre problème.

L'État suédois avait accordé une subvention de 60000 couronnes en vue de permettre de faire toutes observations utiles lors de l'éclipse totale de soleil en 1914. Hasselberg se chargea, pour son compte, de l'observation de la couronne. Il employa, à cet effet, un objectif de Zeiss de 20^{m} de distance focale et un cœlostat, de manière à permettre à la chambre photographique de rester fixe dans la position horizontale. Le format des plaques obtenues était de 70 × 70^{cm}. Les observations furent favorisées par un ciel absolument clair, et Hasselberg eut la satisfaction d'obtenir, de la couronne solaire, trois photogrammes d'une remarquable perfection.

Bien que la majeure partie des travaux de Hasselberg ressortissent à la spectroscopie, il porta un vivant intérêt à toutes les branches de la Physique; un grand nombre de conférences sur les sujets les plus divers, données aux séances annuelles de l'Académie des Sciences de Stockholm, en témoignent éloquemment.

Il appartint au Comité Nobel depuis sa fondation en 1900, et il en fut président jusqu'en 1904.

Hasselberg fut élu membre du Comité international des Poids et Mesures en 1900; il fut, de plus, délégué de la Suède aux Conférences générales de 1901, 1907 et 1913. En 1921, sentant ses forces faiblir, et craignant de ne plus pouvoir entreprendre le voyage de Stockholm à Paris, il considéra comme son devoir de se retirer; il fut alors élu membre honoraire du Comité.

L'expérience très grande de Hasselberg et ses qualités remarquables d'observateur dans une branche de la Physique ayant

des rapports de plus en plus intimes avec la métrologie, rendaient ses avis extrêmement précieux, surtout depuis que les procédés interférentiels ont ouvert à cette dernière un domaine nouveau qui s'étend de jour en jour ; il était de la grande lignée d'Ångström et de Thalén, physiciens qui ont tracé un profond sillon dans la connaissance des spectres. Son dévouement et son concours à l'œuvre de la Convention du Mètre ont toujours été grands et efficaces.

Hasselberg s'est éteint doucement le 23 mai 1922.

STEFAN C. HEPITES [1].

Le 15 septembre 1922, Stefan C. Hepites s'éteignait à Braïla, entouré de la tendre sollicitude de sa femme aimée et de ses sœurs. Il avait conservé jusqu'au dernier moment la plénitude de ses forces et de sa claire intelligence, et rien ne pouvait faire prévoir sa fin prochaine.

Sa vie avait été heureuse, car il comptait parmi la pléiade des hommes qui avaient participé au développement de la Roumanie, par son action personnelle et par les organisations auxquelles il s'était voué tout entier. Ce qui le caractérise, c'est l'équilibre et le calme rayonnant de tout son être, qui avaient leur source dans l'optimisme et la confiance dans la destinée; il était profondément conscient du fait que, malgré tout, et contre tout ce qui leur pourrait être contraire, tôt ou tard la vérité, le bien et la beauté doivent triompher.

I.

Stefan C. Hepites naquit à Braïla le 17 février 1851; il était fils du Dr C. C. Hepites, professeur à l'Ecole de Médecine de Bucarest, et de Smaranda C. Hepites, née Dâmboviceano.

Après avoir suivi les écoles de Braïla, Ploesti et Bucarest, il entra, en 1865, à l'École Militaire, qu'il quitta en 1869 avec le grade de sous-lieutenant d'artillerie. Envoyé, pour compléter ses études militaires, à Bruxelles, il suivit en même temps les cours de mathématiques et de physique à l'Université, et s'initia au travail astronomique à l'Observatoire, que dirigeait alors l'illustre

---

(1) Cette notice a été rédigée en utilisant surtout la documentation rassemblée par M. E. Otetelesanu, directeur de l'Institut météorologique central de Roumanie, et publiée dans le *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine* et dans le *Bulletin mensuel de l'Institut météorologique central.*

Quételet. Mais bientôt, il abandonna la carrière militaire et poursuivit ses études scientifiques; en 1873, il passa sa thèse de doctorat ès sciences mathématiques et physiques, et conquit ainsi le diplôme d'ingénieur en 1875.

De retour au pays, il travailla comme ingénieur à Braïla, en même temps qu'il enseigna les mathématiques au gymnase; puis, en 1877, la guerre ayant éclaté, il y prit part en commandant, comme lieutenant de réserve, une batterie au siège de la forteresse de Rachova.

Rentré à Braïla, il sentit se développer un goût marqué pour la jeune science météorologique, et commença, en 1879, des observations horaires qu'il poursuivait souvent pendant la nuit. Il avait été nommé membre correspondant de l'Académie roumaine, et c'est dans les Annales de cette compagnie que parurent ses observations.

A cette époque, l'intérêt pour la météorologie était assez vif en Roumanie, pays agricole auquel elle devait être d'un grand secours. Des hommes distingués, comme A. Cantacuzène, qui traduisit en français les œuvres de Schopenhauer, pensèrent à la création d'un réseau de stations météorologiques. L'institution, en 1883, d'un Ministère de l'Agriculture et des Domaines, fut le signal de l'organisation de ce service. Le ministre, Jon Càmpineanu, appela Hepites, qui se trouvait à Dortmund pour la réception d'un matériel de chemins de fer, et l'invita à s'occuper de la création d'un réseau. Hepites accepta avec joie cette proposition, et dès lors, se consacra définitivement à la météorologie. Après un voyage d'études pendant lequel il prit connaissance de l'organisation des Instituts météorologiques de l'Europe, il revint au pays et posa les bases d'un service analogue.

II.

En 1884, il n'existait en Roumanie que trois stations de second ordre et onze stations pluviométriques. On se rendra compte de l'action énergique d'Hepites lorsqu'on saura qu'en 1907 ces nombres avaient augmenté respectivement jusqu'à 66 et 350.

Les publications ne tardèrent pas à paraître. Les *Annales de l'Institut météorologique de Roumanie* forment, de 1885 à 1903, dix-neuf volumes, qui constituent une riche collection de données météorologiques et géophysiques pour le territoire roumain. Le *Bulletin mensuel* et le *Bulletin journalier*, dont

l'impression a été continuée jusqu'à ce jour, complètent les publications de l'Institut. Ils sont résumés dans l'*Organisation du Service météorologique de Roumanie*, publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris en 1900, et qui valut à l'Institut météorologique la médaille d'argent; plus tard, l'Association pour l'Avancement des Sciences en Roumanie lui décerna sa médaille d'or.

Le nombre des mémoires qu'écrivit Hepites est considérable. Outre les travaux qui forment le fond des *Annales de l'Institut météorologique*, il a collaboré à divers recueils, tels que *Ciel et Terre*, l'*Économie nationale*, les *Annales de l'Académie roumaine* où il donna de nombreux mémoires sur les déterminations magnétiques à Bucarest, puis dans l'ensemble de la Roumanie, sur la climatologie du littoral roumain de la mer Noire, sur une pluie terreuse et d'insectes, sur les tremblements de terre, etc. Il s'occupa également de la réforme du calendrier, sur laquelle il publia une série de notes qui certainement l'ont préparée.

Fatigué par le labeur intense qu'il avait fourni, Hepites désira résigner ses fonctions, qui impliquaient beaucoup de travail administratif; il limita dès lors son action à la direction scientifique; on créa pour lui le titre de directeur supérieur de l'Institut.

Mais l'année suivante, l'Institut météorologique passa du Ministère de l'Agriculture à celui de l'Instruction publique et fut incorporé à l'Observatoire astronomique universitaire, nouvellement créé. Hepites protesta vainement. Les choses restèrent dans l'état jusqu'en 1920; alors les efforts de ceux qui s'occupent de météorologie en Roumanie réussirent à donner à l'Institut son ancienne indépendance; il passa de nouveau au Ministère de l'Agriculture, constituant dans ce département une direction centrale.

III.

L'activité de St. C. Hepites dans les questions concernant les Poids et Mesures fut aussi très grande. Le 1er janvier 1884, le Royaume de Roumanie avait déclaré le Système métrique obligatoire, et la réforme fut poussée si activement et si radicalement qu'au bout de quelque temps, on ne trouvait plus qu'avec difficulté, sur tout le territoire, des types des anciennes mesures. C'est ainsi que lorsque plus tard, Hepites voulut en faire une

collection, il découvrit l'étalon type des mesures roumaines servant de tisonnier au Palais de Justice.

En 1889, il fut délégué de la Roumanie à la Première Conférence générale des Poids et Mesures, et lorsque plus tard, il se trouva une vacance dans le Comité, il fut élu au nombre de ses membres et prit séance le 19 septembre 1894. Depuis lors, il a été plusieurs fois rapporteur de la Commission des Travaux.

Lorsque la Roumanie fut envahie, Hepites se réfugia d'abord à Petrograd, puis à Stockholm, et enfin à Paris. La mort de Blaserna venait de laisser vacant le secrétariat du Comité international. L'intérim lui fut offert, et il le remplit jusqu'à l'époque de la session de 1920; il fut alors élu secrétaire en titre du Comité. On n'a pas oublié combien fut efficace sa participation à la Sixième Conférence générale des Poids et Mesures, particulièrement importante pour l'œuvre future du Bureau.

IV.

L'activité prépondérante de Hepites a été celle d'un organisateur, dans laquelle il excellait; il a laissé des traces profondes à l'Académie roumaine, dont il fut le secrétaire, et à la Société Royale de Géographie, qui l'eut pour son vice-président; mais il laisse aussi une œuvre scientifique considérable, faite de précision et de clarté, et rendue possible seulement par une grande persévérance et un travail continu. Ses études très diverses, quoique rapides, témoignent, dès sa jeunesse, de sa facilité d'assimilation; plus tard, sa puissance de travail, bien connue de ses collaborateurs, les incitait à réunir leurs efforts pour se montrer dignes de leur directeur.

L'Académie roumaine, l'Institut météorologique central, le Service des Poids et Mesures, la Société Royale roumaine de Géographie garderont à sa mémoire une durable reconnaissance. Le Comité international, au sein duquel il représentait un long passé, conservera le souvenir de sa vive et claire intelligence et des grands services qu'il a rendus.

TABLE DES MATIÈRES.

Liste des membres du Comité.................... .

Liste du personnel du Bureau.................... VII

Procès-verbaux des séances de l'année 1923....... 1-77

Procès-verbal de la première séance, du 25 *septembre* 1923.................................... 1-58

Ouverture de la Session. Remerciements de M. Volterra pour son élection à la présidence......... 1

Manifestation de sympathie à M. Tanakadate pour la catastrophe du Japon. Félicitations à M. Pasquier pour le cinquantenaire de son professorat. Souhaits de bienvenue à MM. Isaachsen, Fredholm, Kargatchin, nouvellement élus membres du Comité.................................... 1-2

Hommage à J.-René Benoît, à K.-B. Hasselberg et à St. C. Hepites, décédés depuis la dernière session. 3

Félicitations à M. Guillaume pour le rétablissement de sa santé.................................... 3

Discours de M. Tanakadate à propos de la catastrophe du Japon.............................. 4

Rapport au Comité international sur la gestion du Bureau pendant la période comprise entre le 1er *septembre* 1921 *et le* 31 *août* 1923............ 7-43

I. — *Personnel*.............................. 7-8

Décès de M. Benoît. M. Bonhoure nommé assistant, M. Jeannot calculateur; séjour de M. Lewis-V Judson et de M. F. Blumbach.

II. — *Bâtiments*.............................. 8-9

Installation de l'éclairage électrique et du chauffage central.

III. — *Machines et instruments*................ 9-12

Usure du comparateur à dilatation. Chauffage

Pages.

des objectifs. Modifications au comparateur Brunner. Filtrage du faisceau de lumière. Égalisation de l'écartement des fils. Appareil Fizeau. Achat d'une pompe *automatique*. Appareil Michelson; nouveaux plans offerts par M. Michelson. Tubes à krypton......... 9-11

Arrivée de sept mètres prototypes et reprise de douze mètres. Série de broches de la Section Technique de l'Artillerie.................. 11-12

IV. — *Travaux*.............................. 12-34

Dilatabilité des mètres de la série principale et de la série de 1874. Constante de l'appareil Fizeau. Indice de réfraction de l'air. Coefficient β de l'équation de dilatation. Dilatabilité, déterminée par l'appareil Fizeau, de divers étalons............................ 12-18

Nouveau mode d'observation des règles et résultats. Équations des prototypes étudiés. Époque du changement des équations de nos étalons d'usage. Recherches sur les équations de quelques prototypes.................... 18-22

Étalons néerlandais......................... 22-23

Quartz étalons étudiés par diverses méthodes. Bagues de support pour l'appareil Fizeau. Détermination des broches à bouts sphériques par les méthodes interférentielles. Recherches sur les lampes à cadmium................. 23-26

Travaux géodésiques......................... 26-27

Détermination du rapport du Yard au Mètre.. 27-28

Étude des kilogrammes en baros. Nouvel étalonnage de la série O*e* et comparaison des pièces de la série O avec les précédentes.... 28

Étude des micromètres du comparateur à dilatation.................................... 28-29

Dilatabilité du marbre blanc, des laitons au nickel, des aciers-nickel-vanadium, d'un acier cémenté.................................. 29-30

Photographies des mouches des règles........ 30

Publications électriques...................... 30

Détermination d'étalons à bouts, et étude par la méthode d'Airy des broches de notre série principale................................ 30

Certificats, rapports et notes d'étude.......... 31-34

	Pages.
V. — *Comptes*	34-43
1. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique	34-35
2. — Frais des étalons et témoins internationaux	35
3. — Frais annuels	35
4. — Caisse de Secours et de Retraites	36
5. — Fonds de réserve	36-37
Tableaux résumant les divers comptes	38-41
Examen de ces tableaux et bilan	41-43
Rapport sur la gestion du bureau du Comité pour la période comprise entre le 1er septembre 1921 et le 31 août 1923	44-52
Hommage aux membres du Comité décédés depuis la dernière session	44
Présidence exercée par M. Gautier jusqu'à la fin de 1921, puis par M. Volterra. M. de Bodola nommé secrétaire intérimaire	45
Élection de M. Isaachsen, de M. Fredholm et de M. Kargatchin	45
Rapports financiers et questions financières	45-52
Dotation du Bureau	53-54
Ratification de la Convention	55
Dépôt des clés du caveau et du coffre-fort à l'Académie des Sciences	55
Travaux futurs du Bureau international	55-56
Lettre à Mme Hepites	57
Nomination de deux Commissions	57
Procès-verbal de la deuxième séance, du 29 septembre 1923	59-62
Souhaits de bienvenue à M. Appell et à M. Köster. Élection de M. de Bodola comme secrétaire du Comité	59-60
Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, et approbation	60
Premier Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux (accroissement du personnel, crédits pour le comparateur à dilatation, pour un appareil à mesurer les étalons à faces planes, pour un appareil microphotographique, pour la réfection de la base), et approbation	61-62

Pages

Procès-verbal de la troisième séance, du 5 octobre 1923........ 63-77

Autorisation donnée par le Gouvernement belge de garder le prototype n° 12........ 63-64

Rapport sur les délibérations de la Commission des Instruments et des Travaux (dilatation et comparaison des règles prototypes, étude des radiations, détermination des étalons à faces planes, travaux pour la détermination du rapport du Yard au Mètre, photographies des mouches des étalons, proposition pour la définition de l'étalon en longueurs d'ondes lumineuses, fixation de repères thermométriques, publications), et approbation...... 64-70

Procès-verbal de la visite au dépôt des prototypes........ 70-71

Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances (démarches à faire auprès des Pays en retard pour le versement de leurs contributions, augmentation des traitements et indemnités pour les charges de famille, budget du Bureau, pension de Mme Besson, Caisse de retraites, liquidation de la contribution de l'Autriche et de la Hongrie, loi sur les accidents du travail, impôt sur les salaires, intervention auprès des États à change très élevé), et discussion........ 72-75

Approbation du Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux........ 75

Nomination de M. Volet au titre d'adjoint..... 75

Proposition de M. Tanakadate pour le versement en or des contributions........ 75

Clôture de la session........ 76-77

Annexe.

Publications concernant les unités et les étalons électriques........ 79-90

Notices nécrologiques.

Victor von Lang, par L. Kusmińsky....... 91-95

J.-René Benoît, » Ch.-Ed. Guillaume.. 96-109

Klas-Bernhardt Hasselberg, » I. Fredholm........ 110-113

Stefan C. Hepites........ 114-117

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1925.

COMITÉ INTERNATIONAL
DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX
DES SÉANCES.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XI.

SESSION DE 1925.

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

55, Quai des Grands-Augustins, 55

—

1925

LISTE DES MEMBRES

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1er NOVEMBRE 1925.

Président :

1. M. V. Volterra, Sénateur du Royaume d'Italie, Président de l'Académie des Lincei, 17, via in Lucina, *Rome*.

Secrétaire :

2. M. L. de Bodola, Professeur à l'École Polytechnique, 15, Pauler Utca, *Budapest*.

Membres :

3. M. P. Appell, Membre de l'Institut de France, recteur honoraire de l'Académie de Paris, 8, quai du Quatre-Septembre, *Boulogne-sur-Seine*.

4. M. E.-I. Fredholm, Membre de l'Académie des Sciences de Suède, Professeur à l'Université de Stockholm, *Djursholm-Osby*.

5. M. R. Gautier, Professeur à l'Université, Directeur de l'Observatoire de Genève, *Genève*.

6. M D. Isaachsen, Directeur général du Service des Poids et Mesures de Norvège, 20, Nordal Brunsgate, *Oslo*.

7. M. C. KARGATCHIN, Inspecteur au Ministère du Commerce du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, 3, Obilitchev Venac, *Belgrade.*

8. M. W. KÖSTERS, Directeur de la Division I (Poids et Mesures) de l'Institut Physico-technique d'Allemagne, 27-28 Werner Siemensstrasse, *Berlin-Charlottenburg.*

9. M. le Major P.-A. MAC MAHON, Membre de la Société royale de Londres, 31, Hertford Street, *Cambridge.*

10. M. E. PASQUIER, Professeur à l'Université, 22, rue Marie-Thérèse, *Louvain.*

11. M. S.-W. STRATTON, Président du Massachusets Institute of Technology, *Boston.*

12. M. A. TANAKADATE, Membre de l'Académie des Sciences de Tokyo, 144, Zôsigayamati, Koisikawa-ku, *Tokyo.*

13. M. L. TORRES Y QUEVEDO, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid, 3, Valgame Dios, *Madrid.*

14. M. CH.-ED. GUILLAUME, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres.*

Membre honoraire :

1. M. A.-A. MICHELSON, Professeur à l'Université, *Chicago.*

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1er NOVEMBRE 1925.

Directeur...........	MM. Ch.-Éd. Guillaume.
Adjoints.............	L. Pérard. L. Maudet. C. Volet.
Archiviste-comptable..	L. Reverchon.
Assistant............	A. Bonhoure.
Mécanicien..........	A. Huetz.
Calculateur..........	J. Jeannot.
Dactylographe........	Mme G. Brochard.

SESSION DE 1925.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL;

Mardi 22 septembre 1925.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, ISAACHSEN, KARGATCHIN, KÖSTERS, MAC MAHON, TANAKADATE.

La séance est ouverte à $15^h 15^m$.

M. le PRÉSIDENT souhaite la bienvenue à ses collègues, et leur exprime le plaisir qu'il éprouve à se retrouver parmi eux.

Il rappelle que le 20 mai 1875 fut signée à Paris la Convention du Mètre, et que le 20 mai dernier a marqué le cinquantenaire de notre Institution. Le bureau du Comité n'a pas oublié cette date; mais il lui a paru opportun, pour donner plus d'éclat à la célébration de cet anniversaire, de la renvoyer à l'époque de la prochaine Conférence générale. La présente session du Comité aura d'ailleurs à préparer les détails de cette manifestation,

qui prendra un caractère d'autant plus solennel qu'y seront représentés tous les États ayant adhéré à la Convention, c'est-à-dire aujourd'hui le plus grand nombre des nations civilisées. Il ne faut pas oublier ceux qui, dans le passé, ont contribué à obtenir ces résultats, et M. le Président tient à remercier M. le Directeur du Bureau International d'avoir, dans la récente cérémonie du centenaire du général Ibañez, rappelé le rôle important de quelques-uns des éminents promoteurs de notre Institution. Ce discours sera reproduit en annexe aux Procès-Verbaux de cette session.

M. le Président souligne le gros travail qui se présente maintenant devant le Comité : travail d'ordre scientifique, d'ordre technique et d'ordre administratif et financier. La situation financière surtout s'aggrave chaque jour, et il importe, pour le bon fonctionnement du Bureau, qu'elle reçoive une solution prochaine. M. le Président relève les efforts que M. Guillaume a déjà déployés dans ce but : c'est grâce à ses démarches auprès de M. le Président de *The International Education Board*, fondé par M. John Rockefeller junior, que le *Board* a accordé au Bureau une subvention de 20000fr suisses pour couvrir les frais du nouveau comparateur à dilatation, qui est actuellement au Bureau, prêt à être monté. Les fonds primitivement destinés par le Comité à cet achat ont pu être consacrés à l'installation d'une nouvelle base murale. M. le Président exprime sa vive reconnaissance à M. John Rockefeller junior et à M. le Dr Wickliffe Rose, Président de *The International Education Board*, pour leur généreux concours; il se fera un plaisir d'être auprès d'eux l'interprète des sentiments du Comité.

M. le Président communique les excuses de MM. Fred-

holm, Pasquier et Stratton, empêchés tous trois, par des raisons de santé, de prendre part à la présente session. M. Torres y Quevedo, un peu souffrant, a exprimé ses regrets de ne pouvoir assister à la première séance. M. Appell, qui relève d'une grave maladie, se voit obligé de renoncer à tout déplacement; M. le Président propose de tenir l'une des séances plénières à Boulogne, où M. Appell s'est retiré, afin de profiter de sa présence et de ses conseils.

Le quorum étant atteint, M. le Président déclare ouverte la session de 1925, et prie M. le Directeur de donner lecture de son Rapport sur la gestion du Bureau depuis la dernière session.

M. Guillaume donne alors lecture du Rapport suivant :

RAPPORT AU COMITÉ INTERNATIONAL

SUR LA GESTION DU BUREAU

PENDANT LA PÉRIODE ÉCOULÉE

ENTRE LE 1er SEPTEMBRE 1923 ET LE 31 AOUT 1925.

La période bisannuelle que nous venons de traverser, est caractérisée surtout par le malaise qu'entraîne l'instabilité monétaire et les inquiétudes de tous genres qui en sont la conséquence. Le franc français, monnaie dans laquelle sont exprimées les recettes et les dépenses du Bureau, a subi une dépréciation générale, avec quelques à-coups, qui ont réduit assez brusquement sa valeur. De plus la Convention additionnelle du 6 octobre 1921, que nous espérions voir ratifier par tous les États adhérents à la Convention du 20 mai 1875, ne l'a été que par la moitié environ d'entre eux, de telle sorte que le Bureau n'est pas encore autorisé à entreprendre les travaux qui lui avaient été assignés par la Convention révisée. Au surplus, ces travaux n'auraient pu être envisagés qu'à la condition d'accroître le personnel du Bureau, qui ne peut suffire à sa tâche qu'au prix d'un labeur continu et d'une intensité qu'on ne saurait accroître. Malgré ces circonstances, peu favorables à un travail tel que le prévoit le programme du Bureau, nous avons réussi à maintenir celui-ci au niveau de sa tâche, persuadés qu'il faut avant tout que notre organisme international rende les services qu'on est en droit d'en attendre, et confiants dans la sagesse des Gouvernements pour lui assurer les ressources sans lesquelles il ne pourrait plus suffire à sa tâche. Pendant cette période, un généreux concours a grandement allégé sa trésorerie, et nous a permis d'engager des dépenses que nous n'aurions pas pu autrement envisager sans imprudence. On verra, dans le Chapitre consacré aux instruments, quel a été l'emploi de la somme ainsi mise à notre disposition.

I. — PERSONNEL.

La Commission des Instruments et des Travaux avait, au cours de la dernière session (*Procès-Verbaux* de 1923, p. 61), signalé l'urgence d'un accroissement du personnel, et avait prévu qu'un assistant scientifique serait nommé. Mais les avantages que nous pouvions offrir, en harmonie avec les appointements du personnel actuel, ont été jugés insuffisants, de telle sorte que nous y avons provisoirement renoncé; nous n'avons pas pu davantage engager un nouveau calculateur, ni un garçon de laboratoire. Vers le milieu de l'année courante, cependant, la situation s'est sensiblement améliorée, comme on le verra dans la suite; mais alors, nous étions trop près de la période des vacances, que nous prenons par échelons, pour pouvoir initier de nouveaux collaborateurs, et les entraîner systématiquement au travail du Bureau.

Un seul changement est à signaler dans le personnel du Bureau. M^{lle} Becker, qui avait rempli pendant cinq ans, à notre entière satisfaction, les fonctions de dactylographe et de calculatrice, nous a quittés, emportant nos regrets unanimes; elle a été remplacée par M^{me} Brochard, qui se met au courant de ses fonctions avec beaucoup de bonne volonté et d'application.

Au cours des deux années écoulées, nous avons été heureux de pouvoir donner l'hospitalité au Bureau à M. W.-H. Johnson, chargé de collaborer à la détermination de deux règles appartenant au National Physical Laboratory, ainsi qu'à M. R.-H. Field, des Arpentages du Canada, pour participer à la comparaison de deux règles étalons.

M. H. Binggeli, engagé pour prendre la direction technique du Service des Poids et des Mesures de la République Argentine, à Buenos-Aires, a fait, à la demande de M. Carlos Aubone, un stage au Bureau pour se familiariser avec les méthodes de la Métrologie.

Enfin, le colonel de Mende, fonctionnaire technique du Service Central des Mesures de Pologne, a été, sur la demande de M. Rauszer, Directeur de ce Service, accueilli au Bureau, où il a travaillé pendant trois mois; il a assisté au montage de la base, participé aux mesures interférentielles, et fait l'étude complète de deux règles étalons.

II. — BATIMENTS.

Les grands travaux dont j'ai rendu compte dans mon dernier Rapport, nous ont permis, depuis deux ans, de nous borner à des dépenses d'entretien, notamment des toitures, et à des remises en état d'installations qui se délabraient de plus en plus. Quelques dépenses ont été faites pour assurer le bon fonctionnement des fosses et des canalisations, ainsi que pour le pavage de la cour intérieure située entre les deux pavillons. Mais une sérieuse réfection des toitures du Bâtiment principal s'imposera dans un avenir prochain. Elle n'a pu être entreprise jusqu'à présent parce que les crédits alloués par le Comité étaient épuisés.

Je dois rendre compte aussi d'une tentative de cambriolage faite sur le bâtiment de l'Observatoire, et qui, heureusement, a complètement échoué.

Le 24 février 1924, à 20 heures environ, tandis que M. Leveugle faisait une de ses rondes habituelles, il entendit le bruit d'une fuite précipitée dans l'angle nord-ouest du terrain attribué au Bureau. Quand il arriva sur place, le malfaiteur était déjà hors d'atteinte, mais il avait laissé un témoignage de sa présence, sous les espèces d'une clé à pène mobile, qui était restée dans la serrure de la petite porte grillagée fermant au nord la galerie où est installée la base géodésique. Il me prévint aussitôt, et inspectant avec soin le terrain, nous trouvâmes divers outils spéciaux, entre autres un instrument fort ingénieux, destiné à prendre, sur une serrure, toutes les mesures nécessaires à la confection d'une clé parfaite. La visite était sans doute préliminaire, et avait seulement pour but de préparer une expédition parfaitement outillée.

La police aussitôt prévenue fit une enquête minutieuse, mais qui n'aboutit à la découverte d'aucun fait nouveau.

A la suite d'incidents divers, déjà anciens, qui nous avaient engagés à être très circonspects, nous avions, à diverses reprises, sollicité du Commissaire de Police de Saint-Cloud, une garde de nuit, qui nous avait été accordée pour un temps limité. Mais cette organisation est devenue impossible, pour la raison que les agents sont très occupés dans l'agglomération urbaine. Il a donc fallu aviser à d'autres mesures, dont j'entretiendrai verbalement le Comité. Tout récemment, nous nous sommes affiliés à une Société dont l'objet est la garde des propriétés, et qui dispose, pour cela, d'un personnel nombreux et exercé.

III. — MACHINES ET INSTRUMENTS.

Un grand effort a été fait, au cours de ces dernières années, pour perfectionner l'outillage du Bureau, par l'acquisition d'un comparateur à dilatation, par la construction d'une base murale, et par l'achat de divers autres instruments de moindre importance.

J'ai dit, dans mon dernier Rapport, comment nous avions été amenés, dès l'année 1913, à décider la réfection du comparateur, et pourquoi cette opération avait été retardée.

Peu après la dernière session, je me suis rendu auprès de la Société Genevoise, pour envisager avec son directeur, M. Turrettini, les modifications qu'il convenait d'apporter à l'instrument commencé, pour obtenir tous les avantages que nous en attendions; et à une année de distance, en octobre 1924, j'y suis retourné pour procéder aux épreuves de réception.

Ce comparateur, qui permettra de déterminer les dilatations de barres jusqu'à la longueur de $1^{m},25$, possède deux microscopes montés sur une poutre d'acier creuse et pouvant être remplie d'eau, qui repose sur deux piliers appuyés sur un massif supportant l'instrument. Le chariot, portant les auges, peut subir des déplacements rapides et de grande amplitude, commandés par un moteur électrique; un mouvement lent, qu'actionne directement l'observateur, achève sa mise en place.

La distance frontale des microscopes, plus grande que dans le comparateur actuel, a permis de mieux protéger les auges contre les variations de la température; le guidage est aussi plus parfaitement assuré.

Les éléments du comparateur sont arrivés au Bureau au début de l'année courante; mais, malgré le grand désir que nous avions de le voir installé le plus tôt possible, nous n'avons pas encore trouvé le moyen de procéder à son montage. En effet, comme il doit prendre la place de l'ancien comparateur, il est d'abord nécessaire de démonter ce dernier, puis d'agrandir le massif; on pourra alors procéder à l'installation et au réglage du nouvel instrument. La série de ces opérations, dont quelques-unes sont fort délicates, prendra plusieurs mois; or, nous avons eu tant de déterminations urgentes à faire au comparateur à dilatation, que nous avons, jusqu'ici, considéré comme impossible de les interrompre pendant le temps nécessaire à l'édification du nouvel

appareil. En attendant, nous nous en tirons avec des réparations de fortune, qui peuvent suffire, étant donnée la grande pratique que nous possédons, M. Maudet, M. Volet et moi, du comparateur à dilatation. Les travaux qui nécessitent un emploi continu de cet instrument prendront bientôt fin, de telle sorte que nous pourrons d'ici peu nous occuper de l'installation du comparateur, que nous poursuivrons sans relâche jusqu'à son achèvement.

Nous avons voulu profiter du temps pendant lequel l'ancien comparateur est encore en place pour rechercher les causes de la divergence dans les mesures de dilatation au moyen de ce dernier instrument.

On se souvient, en effet, que, lors des déterminations fondamentales, faites pour connaître la dilatabilité des étalons prototypes, on avait adopté la moyenne des résultats obtenus par le comparateur et par l'appareil Fizeau, bien qu'ils présentassent une divergence systématique un peu forte, de près de 2μ entre 0° et 40°. Depuis lors, de nouvelles déterminations de la constante de ce dernier ont conduit à un nombre légèrement plus fort que celui d'autrefois et qui éloigne encore un peu les deux résultats. Il reste donc à expliquer cette divergence; nous avons commencé des expériences dans ce but.

Lorsqu'on fait des mesures absolues au moyen de ce comparateur, les microscopes se trouvent alternativement au-dessus d'une auge à la température ambiante, et d'une auge chauffée ou refroidie. S'il se produisait, dans ces conditions, un déplacement systématique des microscopes, ou seulement des images, on pourrait comprendre que la dilatation mesurée fût faussée d'une quantité appréciable.

Pour examiner cette hypothèse, nous avons pris, comme longueur de référence, une règle d'invar très peu dilatable, afin de n'avoir pas à tenir compte de petites variations éventuelles de sa température, dans la première auge, où elle était placée; et, après l'avoir mesurée, nous amenions sous les microscopes la seconde auge remplie d'eau, à une température comprise entre 55° et 65°. Après qu'elle avait séjourné sous les microscopes pendant un temps déterminé, nous lui substituions rapidement la première auge, et nous mesurions la règle toutes les quinze secondes, la première observation était faite en général 30 secondes après le changement. Dans une première série de mesures, la température de l'auge contenant la règle était d'environ 17°; dans une autre, elle était voisine de 0°. Les mesures étaient faites simultanément

aux deux microscopes par M. Volet et moi. Or, dans toutes les déterminations que nous avons exécutées, nous n'avons trouvé aucune différence systématique appréciable dans la valeur apparente de la règle témoin, soit après un repos des microscopes à la température ambiante, soit après leur exposition pendant un temps plus ou moins long (1 à 10 minutes) au-dessus de l'auge chauffée, alors que, pour expliquer la divergence entre les dilatations mesurées au comparateur et à l'appareil Fizeau, il aurait fallu admettre un écart d'environ 2^{μ} dans les conditions ordinaires des mesures; nous attendrons maintenant le montage du nouveau comparateur pour rechercher la raison de l'écart entre les deux nombres.

Nous avons fait d'autres déterminations en actionnant le *parabuée*, dispositif qui, on s'en souvient, a pour but de maintenir les objectifs à une température un peu supérieure à l'ambiante, afin d'empêcher la condensation de l'eau sur les microscopes. Les résultats ont été aussi absolument négatifs; mais nous avons fait une constatation qui présente un certain intérêt. Lorsque l'appareil est mis en marche, on constate, après quelques minutes de fonctionnement, que les images des traits se troublent, et, pour les avoir nettes, on est obligé d'éloigner un peu du microscope l'objet visé. Après une ou deux minutes de repos, le système revient à la précédente mise au point.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler que MM. Blumbach et Maudet ont déterminé, en 1910, la dilatation absolue de la Règle II_4 appartenant à la Chambre centrale des Poids et Mesures de Russie, ainsi que sa dilatation relative, en prenant la règle n° 13_{74} comme termes de comparaison. Déduisant de leurs mesures la dilatabilité de la règle n° 13, à 20°, on trouve respectivement les valeurs 8,653 et 8,675 millionièmes pour les deux observateurs, soit une différence de 0,022 millionièmes correspondant à un écart de dilatation de $0^{\mu},88$ entre 0° et 40°. Par rapport au nombre qui sera donné dans un instant (p. 25), la différence moyenne est $0^{\mu},66$. L'écart est sensiblement réduit, mais il est encore notable.

Depuis longtemps, nous signalions l'insuffisance de notre base murale, qui avait été établie, à l'origine, dans le double but de nous familiariser avec le maniement des fils, et de déterminer l'ordre de précision qu'ils permettent d'atteindre, aussi bien que la constance relative de leur équation. On sait que, sous tous les rap-

ports, ils ont largement dépassé les espoirs les plus optimistes; ils ont conquis le droit de cité dans la géodésie supérieure, et sont devenus, avec divers accessoires, l'instrument classique de la mesure des bases; aussi le Bureau est-il sollicité de faire des déterminations de plus en plus nombreuses de pareils fils, qui y viennent pour une première détermination, et y reviennent en général lorsqu'ils ont servi sur le terrain.

La détermination précise de notre base murale est fondamentale pour la géodésie; mais cette détermination, avec la comparaison des fils primaires, occupait le Bureau pendant cinq jours consécutifs sans donner toute la certitude désirable. Nous avions depuis longtemps le sentiment que la réfection de la base s'imposait; cependant, nous ne voulions, d'une part, procéder qu'à bon escient, et, d'autre part, il eût fallu engager des dépenses trop lourdes pour le Bureau.

La question du paiement de la base a reçu une solution inattendue et très heureuse. Nous avions remis, à la Société Genevoise, des sommes diverses pour payer les travaux faits sur le comparateur, mais il restait encore un solde important à verser, lorsqu'une généreuse intervention est venue nous tirer de peine.

M. Wickliffe Rose, Président de l'*International Education Board*, est venu visiter le Bureau, et s'est vivement intéressé à son programme; apprenant que des questions matérielles l'empêchaient de l'accomplir, il manifesta le désir de lui venir en aide.

De retour à New-York, M. Wickliffe Rose présenta à l'*Education Board* la proposition d'une subvention qui couvre à peu près les frais engagés pour la construction du comparateur. C'est ainsi qu'en mai 1924, il nous a envoyé un chèque du montant de 20 000^{fr} suisses. Je suis heureux de l'occasion qui m'est offerte d'exprimer à nouveau à M. Wickliffe Rose nos chaleureux remerciements. Notre sincère reconnaissance est aussi acquise à M. John D. Rockefeller, fondateur de l'*International Education Board* dont les libéralités en faveur de la Science sont de nature à engendrer de notables progrès.

La somme ainsi mise à notre disposition a été immédiatement versée, à titre d'avance, à la Société Genevoise. Lors du règlement des comptes, et bien qu'en raison des services rendus par le Bureau, une importante remise nous eût été consentie, le montant du mémoire dépassait un peu la somme inscrite aux

prévisions. Néanmoins les avances que nous avions faites antérieurement se sont trouvées en plus grande partie libérées, de telle sorte que nous avons pu envisager immédiatement la construction de la base, dont nous avions complètement arrêté les plans.

Cette base étant d'un système en partie nouveau, il a paru que sa description détaillée présenterait un certain intérêt; on la trouvera dans les annexes aux Procès-Verbaux de la présente session. Je dirai seulement quelques mots de son installation.

La nouvelle base devait être montée dans le couloir souterrain déjà aménagé pour l'ancienne base, qui, ayant toujours été considérée comme provisoire, était fixée sur un mur brut de maçonnerie. Pour l'installation définitive, nous avons fait cimenter les murs sur toute la longueur utile, et le sol dans la totalité du couloir; nous avons déplacé les rateliers des fils, la nouvelle base étant décalée de 2^{m} par rapport à l'ancienne; nous avons installé la base secondaire, dont les repères ont désormais la même forme que dans les appareils employés sur le terrain, et monté les poulies de tension correspondantes. Puis, après un intervalle de deux mois, imposé par les nécessités des déterminations courantes, nous avons abordé la base primaire, ajusté les microscopes et la voie de roulement, monté un transformateur et réglé l'éclairage des microscopes, enfin donné à la galerie souterraine un aspect en harmonie avec l'instrument qu'elle abrite.

J'ai dirigé l'ensemble du travail. Quant aux ajustages qui nécessitaient des réglages minutieux en alignement et en nivellement, ils ont été faits en majeure partie par M. Maudet, avec la collaboration de M. Bonhoure, et l'aide de M. Jeannot. M. Pérard a aussi participé à quelques opérations délicates.

Nous regrettions depuis longtemps de n'avoir pas au Bureau un four dans lequel on pût recuire les barres d'acier au nickel, pour les ramener à l'état initial, à partir duquel on établit leurs variations. Déjà, nous allumions, lorsque la chose était nécessaire, un feu de charbon de bois, auquel nous ajoutions la flamme d'un chalumeau; nous arrivions ainsi au résultat voulu, mais au prix de bien des difficultés. Plus tard, nous avons eu recours à l'obligeance de M. A. Granger, Chef des Laboratoires d'essais, et à M. P. Brémond, Chimiste en chef de la Manufacture Nationale de Porcelaine de Sèvres, qui ont mis à notre disposition un four chauffé à l'électricité, au moyen duquel nous arrivions rapidement et plus simplement au même but.

Récemment, en utilisant le courant du secteur, fourni par l'installation faite en 1922, nous avons pu réaliser un four, en enroulant, sur un tube de silice vitreuse, de $1^m,20$ de longueur et de 36^{mm} de diamètre intérieur, un fil d'alliage RNC2 d'Imphy, de 2^{mm} de diamètre et d'une longueur de 45^m. Le tout est entouré d'alumine que fixe en place une toile d'amiante, enroulée en colimaçon; l'isolement s'achève par de la terre réfractaire, que maintient un tuyau de fer; des joues en terre cuite complètent la fermeture. La consommation du four est d'environ 2 kilowatts; lorsqu'il a atteint le rouge vif, les tiges d'acier au nickel peuvent être amenées à une température voisine de 600° en quelques minutes. Avant de les placer dans le four, on protège leurs extrémités avec des tubes de laiton garnis de craie et fermés par des cordons d'amiante. Ainsi les tiges peuvent être chauffées sans détérioration des surfaces. J'ai déjà effectué, avec la collaboration de M. Volet, la chauffe d'une trentaine de tiges, qui ont été ensuite étuvées. Les résultats ont été très intéressants.

Dans sa dernière session, le Comité a approuvé le projet, formé depuis longtemps, de l'achat d'un appareil de microphotographie, qu'après étude, nous avons commandé à la Maison Nachet à Paris. Cet appareil a été installé par M. Volet, qui a étudié les conditions de son emploi pour les règles en H et en X.

Il se compose d'un microscope avec éclairage intérieur, et d'une chambre portée sur un support indépendant, avec un tirage lui permettant d'opérer entre de larges limites. De nombreuses photographies d'essai ont été faites, avec des grossissements variant entre 60 et 500 fois environ. Nous aurons ainsi désormais la possibilité de conserver des témoins irrécusables de l'aspect des mouches.

J'avais signalé dans mon dernier Rapport l'obligeance avec laquelle M. Lepape, Chef des travaux de Chimie au Collège de France, avait mis à la disposition du Bureau des tubes à krypton. Ayant récemment fait une étude spéciale du xénon et de l'hélium, il nous a gracieusement mis à même d'utiliser les radiations fournies par ces gaz. M. Pérard s'est chargé de cette étude.

On se souvient que, au cours de la dernière session, M. Tanakadate nous avait fait espérer qu'il nous procurerait une lampe Nagaoka-Sugiura. Cette lampe nous est arrivée peu après la dernière session ; elle avait subi un accident en voyage, mais

elle put être réparée et mise en service, grâce à l'obligeance de M. Sugiura, qui a passé plusieurs mois à Paris.

La Maison Johansson à Eskilstuna, connue dans le monde entier pour la perfection avec laquelle elle réalise des calibres à faces planes et parallèles, a bien voulu retoucher plusieurs des étalons qu'elle nous avait fournis autrefois; elle les a ainsi amenés bien près de la perfection.

Lors de la dernière session, la Commission des Travaux avait décidé l'acquisition d'un appareil destiné à la détermination des calibres par le procédé interférentiel; mais nous avons différé la commande de cet instrument, faute de fonds suffisants. Des rentrées, qui sont venues récemment donner plus d'aisance à notre trésorerie, nous ont permis de passer la commande de cet appareil, qui nous sera livré dans quelques mois par MM. Jobin et Yvon.

Depuis plusieurs années, la construction des thermomètres était désorganisée. L'excellent constructeur Baudin est mort, et n'a pas laissé de successeur. Mais déjà nous avions découvert que le verre dont il se servait, et qui était fourni toujours par le même industriel, n'avait plus la composition du verre dur, qu'il avait conservée pendant de longues années, et sur laquelle étaient fondées les études thermométriques, aujourd'hui classiques, exécutées au Bureau. La verrerie dans laquelle les constructeurs de thermomètres s'étaient approvisionnés ne désirant plus revenir à l'ancienne composition, M. L. Delloye, Directeur général des Glaceries de Saint-Gobain, a bien voulu, à ma demande, faire entreprendre des expériences en vue d'obtenir un verre qui pût se travailler, et qui montrât des résidus très faibles.

La composition du verre dur fut d'abord expérimentée, mais on reconnut que ce verre se dévitrifiait, et l'on chercha une autre composition.

On semble être arrivé au but, et les Établissements Poulenc, que nous avons mis en rapport avec les Glaceries de Saint-Gobain, ont pu fournir au Bureau des thermomètres, qui, malgré quelques imperfections de détail, semblent devoir être tout à fait satisfaisants au point de vue de la matière employée. M. Bonhoure a été chargé de l'étude des nouveaux thermomètres.

Notre batterie d'accumulateurs, reconstituée, et désormai

débarrassée du service de l'éclairage, sauf dans les cas de panne du secteur, fonctionne d'une façon très satisfaisante. M. Bonhoure est chargé de sa surveillance. On a adjoint à la batterie principale, une batterie secondaire d'accumulateurs transportables, qui servent à divers usages, notamment pour l'argenture par pulvérisation cathodique, dont il sera question dans la suite de ce Rapport.

Une expérience qui présente un certain intérêt pour le Bureau, a été entreprise sur l'initiative de M. Maurain, Professeur de Physique du Globe à la Sorbonne. Plusieurs explosions d'une extrême intensité ont été provoquées à la Courtine, non loin de Bourges, afin d'étudier la propagation du son dans l'air et des ébranlements dans le sol. A la demande du Service Géographique, M. Pérard a installé près de Strasbourg un poste de repérage pour l'enregistrement des premières de ces ondes; simultanément, au Bureau international, il avait disposé l'interféromètre Michelson et l'appareil pour la mesure des calibres industriels de façon à les rendre aptes à enregistrer le passage des ondes transmises par le sol. MM. Maudet et Bonhoure, chargés des observations des franges, n'ont pas pu déceler le moindre mouvement des appareils.

Je terminerai ce qui concerne les instruments en disant que certains d'entre eux, et notamment la balance Louguinine, recélaient une multitude de vers qui, en creusant des galeries dans les montages en bois des instruments, auraient fini par compromettre sérieusement leur solidité, en même temps que la poussière rejetée à l'extérieur formait de petits amas, dont l'éparpillement pouvait fausser les déterminations. Pour détruire ces animaux, nous avons soumis, M. Maudet et moi, les instruments qu'ils avaient choisis pour domicile, aux vapeurs de chloropicrine, qui pénètrent dans le bois, et sont sans aucune action sur les métaux. La plupart des vers ont été détruits; il en est qui ont échappé, et qui obligeront à une nouvelle opération.

Les seuls prototypes qui soient venus au Bureau pendant les deux dernières années sont ceux de Finlande, savoir le mètre n° 5 et le kilogramme n° 26. Ils ont été rendus tous les deux, ainsi que le mètre d'Allemagne n° 18 et le mètre de Norvège n° 3. Le mètre n° 26_{74} appartenant au Conservatoire National des Arts et Métiers, est revenu au Bureau, où il se trouve encore.

Le Gouvernement du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, a exprimé le désir de remplacer le kilogramme n° 11, qui avait été endommagé au cours d'un transport effectué en 1907, par un des kilogrammes encore disponibles de la série fondamentale. Il offrait d'abandonner le kilogramme déprécié, qui, à cause du prix du métal, constituait la contre-valeur presque entière d'un kilogramme neuf. La transaction a été acceptée par le Conservatoire national des Arts et Métiers, auquel appartenait le kilogramme demeuré en réserve depuis la Conférence générale de 1889, et qui porte le numéro 29; la transaction a été approuvée par le Ministère du Commerce de la République française. Nous avons été heureux de pouvoir faciliter cette négociation.

Désormais il ne reste plus qu'un kilogramme disponible, qui porte le numéro 7.

IV. — TRAVAUX.

Poursuivant l'étude systématique des prototypes métriques, nous avons voué, cette fois encore, une particulière attention à l'équation des deux Règles Types I et II, la première qui est venue compléter le groupe des témoins du Mètre international, l'autre à laquelle doivent être comparés de temps en temps les étalons d'usage du Bureau.

On se souvient que les Règles types ont été munies de traits sensiblement plus fins que ceux des prototypes, et qui, avec le grossissement utilisé dans nos comparateurs, ne laissent pas apercevoir la moindre irrégularité; ils ne comportent par conséquent qu'une seule interprétation, qu'ils soient pointés au voisinage du milieu de l'espace compris entre les traits longitudinaux, ou entre des limites plus écartées. Mais en revanche, nous avons trouvé (*Procès-verbaux*, session de 1923, p. 18) que ces règles, comparées à celles qui ont des traits plus forts, prennent des valeurs apparentes qui diffèrent d'une quantité mesurable suivant les observateurs. C'est pour éliminer ces petites différences que nous avons introduit une condition nouvelle dans les comparaisons, de manière à accroître la symétrie, que nous croyons maintenant complète; nous pointons en nous plaçant alternativement devant et derrière le comparateur, échangeant ainsi les positions droite et gauche dans le champ des microscopes.

Je rappellerai que les étalons T_1 et T_2 avaient été compris dans les deux groupes de comparaisons faites respectivement en octobre 1920 et en juin 1921 avec les étalons d'usage, et dont le premier avait fait intervenir le Prototype international $\mathfrak{M}$, les témoins I_2 et n° 13, et les étalons d'usage n° 26 et T_3, tandis que dans le second on avait laissé de côté les premiers témoins.

Les règles n° 26 et T_3 ayant des traits de largeur sensiblement égale à ceux du Prototype international, nous pouvons admettre qu'ils ont été pointés de la même façon, et que, par conséquent, les équations qui s'en déduisent pour nos règles d'usage sont correctes. Nous les admettrons donc, d'après les comparaisons de 1920 et 1921.

Ces comparaisons avaient conduit, sans aucune réduction de température, aux résultats suivants (¹) :

Étalons.	1920 à 15°.	1921 à 7°.	1921 à 15°.
26	$+1^{\mu},15$	$1^{\mu},16$	$1^{\mu},15$
T_3	$+1^{\mu},63$	$1^{\mu},61$	$1^{\mu},62$

Adoptant ces valeurs, on déduit des comparaisons faites en octobre 1922 par MM. Pérard et Maudet (*Procès-Verbaux* de 1923, p. 19) l'équation de T_2 à 15°

D'après 26 .... $+4^{\mu},76$
» T_3 .... $+4^{\mu},79$,

et, en partant d'une nouvelle comparaison à 15°,5 à laquelle j'ai participé en mai 1923 :

D'après 26 .... $+4^{\mu},77$
» T_3 .... $+4^{\mu},79$

Nous avons exécuté, en mars 1924, à la température moyenne de 7°, la plus basse que l'observatoire eût atteint au courant de l'hiver, un groupe de comparaisons de 26, T_3, T_1, T_2, auquel, en plus des trois observateurs susnommés, M. Volet a pris part ; puis, au voisinage de 20°, température la plus élevée de la saison chaude, nous avons répété ces observations, MM. Maudet et moi en juin 1924, MM. Pérard et Volet en août de la même année.

(¹) Les valeurs données dans les *Procès-Verbaux* de 1921 (p. 14) se rapportent aux observations réduites à 0° avec les coefficients que nous avions admis alors.

Avant les comparaisons de mars, les étalons d'usage avaient été entièrement nettoyés, opération devenue nécessaire en raison des séjours fréquents qu'ils avaient effectués dans l'eau, au cours des opérations dans lesquelles ils avaient servi. Voici les résultats de ces mesures rapportés à la valeur de T_1 dont l'équation est négative :

		G.	P.	M.	V.	Moy.
		μ	μ	μ	μ	μ
Mars, 7°	26.....	6,55	6,66	6,58	6,43	6,55
	T_3.....	7,06	7,13	7,13	6,94	7,06
	T_2.....	10,24	10,29	10,27	10,21	10,26
Juin-août, 20°	26.....	6,62	6,62	6,54	6,44	6,56
	T_3.....	7,06	7,07	7,05	6,98	7,04
	T_2.....	10,37	10,22	10,28	10,30	10,29

On a déduit d'abord ces deux groupes de comparaisons

$T_3 - [26] = +0^{\mu},51$ et $+0^{\mu},48$, respectivement à 7° et 20°.

En outre le premier groupe donne

$$T_1 - [26] = -6^{\mu},55, \qquad T_1 - T_3 = -7^{\mu},06,$$
$$T_2 - [26] = +3^{\mu},71, \qquad T_2 - T_3 = +3^{\mu},20$$

et le second

$$T_1 - [26] = -6^{\mu},56, \qquad T_1 - T_3 = -7^{\mu},04,$$
$$T_2 - [26] = +3^{\mu},73, \qquad T_1 - T_3 = +3^{\mu},25.$$

Nous avions trouvé autrefois que la règle T_3 possède un coefficient de dilatation qui diffère de celui des règles de la série principale de $-0,010.10^{-6}$ (*Procès-Verbaux* de 1921, p. 12), écart confirmé, pour le sens, sinon pour la grandeur, par le premier des résultats ci-dessus; mais il n'y a pas lieu de s'en inquiéter, étant donnée la petitesse des nombres qui entrent en jeu. La dilatabilité des étalons T_1 et T_2 ne donne, en revanche, aucune différence appréciable par rapport à 26; la différence par rapport à T_3 est naturellement la même que ci-dessus, le système étant compensé. Ce résultat diffère de celui que nous avions obtenu en 1921 (*loc. cit.*), et qui était : dil. $(T_2 - 26) = +0,016.10^{-6}$, mais est bien d'accord avec celui de l'appareil Fizeau, où M. Pérard a trouvé une différence à peu près nulle entre les dilatabilités pour la série principale et pour T_2 (*Procès verbaux* de 1923, p. 15).

En faisant provisoirement abstraction de la dilatation, les équations de T_1 et T_2 ressortent à

$$T_1 = 1^m - 5^\mu,40, \qquad T_2 = 1^m + 4^\mu,87.$$

Nous nous proposons de poursuivre cette étude; mais les déterminations déjà faites permettent de considérer les règles types comme bien déterminées par rapport au Prototype international et propres à servir désormais de témoins de sa valeur.

Nous avons eu, dans la dernière période bisannuelle, à déterminer l'équation de quelques prototypes métriques, et d'autres étalons importants, auxquels il convient de s'arrêter un instant.

C'est d'abord le Mètre prototype n° 5, appartenant à la Finlande, pour lequel des comparaisons en série fermée, faites par MM. Maudet et Volet, ont donné l'équation $+ 2^\mu,34$, qui diffère de celle que l'on avait admise ($2^\mu,27$), seulement d'une quantité dont nous ne pouvons pas garantir la réalité.

Enfin le mètre n° 26_{74}, appartenant au Laboratoire d'Essais du Conservatoire, également comparé à nos étalons d'usage, a fourni l'équation $+ 0^\mu,24$.

A la suite de comparaisons assez nombreuses, dont quelques-unes seront mentionnées dans un instant, nos kilogrammes d'usage n^{os} 9 et 31, avaient perdu un peu de leur sécurité, et il fut décidé que l'on aurait recours au témoin n° 1 du Prototype international. Il fut donc retiré du caveau, en juin 1925, sous les garanties d'usage. Or, dès la première pesée faite par M. Maudet sur la balance Rueprecht n° 1, il s'est produit un déplorable accident, que rien ne faisait prévoir; le kilogramme n° 1 tomba du plateau pendant l'échange des poids, et fut relevé, sur le fond de la balance, avec le faux plateau en quartz qui l'accompagnait. On procéda aussitôt à l'examen du kilogramme, qui fit reconnaître plusieurs empreintes dues aux chocs qu'il avait subis, et qui lui avaient fait perdre au total près de $0^{mg},07$. Le plateau de quartz, par contre, n'avait éprouvé aucune perte.

Nous avons reconnu aussi que la face inférieure du kilogramme n° 1 est légèrement bombée, et que celui-ci tourne avec la plus grande facilité lorsqu'il est posé sur un plan dur; sur l'autre face, il ne présente pas la même instabilité.

Les pesées de vérification ont été poursuivies, avec le kilogramme n° 7 disponible, et C, conservé dans le coffre-fort;

simultanément, le kilogramme n° 1 était soumis à des pesées analogues, qui ont permis de constater la variation susdite.

Les comparaisons auxquelles les kilogrammes n^{os} 9 et 31 ont pris part, ont donné, depuis 1913, les différences suivantes :

		Époques.	(9) — (31).
			mg
Comparaisons de départ..........		1913	+0,136
»	avec 28 et 37.......	1919	+0,144
»	avec 18 et 27.......	1923	+0,149
»	avec 7 et 29.......	1924	+0,151
»	avec 1,7 et C.......	1925	+0,144

Ces dernières ont conduit à

$$[9] = 1^{kg} + 0^{mg},274, \qquad [31] = 1^{kg} + 0^{mg},130,$$

montrant, depuis les comparaisons de 1913, les diminutions respectives de $0^{mg},003$ et de $0^{mg},011$.

Les nouvelles valeurs étant admises, on a, pour le kilogramme n° 18 appartenant au Royaume-Uni, et le n° 23 appartenant à la Finlande, récemment comparés,

$$[18] = 1^{kg} + 0^{mg},051, \qquad [23] = 1^{kg} + 0^{mg},053$$

au lieu de $0^{mg},070$, et $0^{mg},071$, valeurs données en 1889 (1).

Le kilogramme appartenant au Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, a été également soigneusement vérifié avant d'être rendu au Conservatoire, comme il a été dit plus haut. On a trouvé pour son équation $-1^{mg},115$, au lieu de $-1^{mg},113$, valeur qui se déduit des pesées de 1910. Ainsi, malgré le traitement exceptionnel auquel il a été soumis et les dangers auxquels il a été exposé, ce kilogramme n'a éprouvé aucune variation appréciable.

La règle n° 16, en nickel, qui est l'étalon de référence du National Physical Laboratory, venue plusieurs fois au Bureau pour la détermination de son équation, a manifesté, dans le cours du temps, quelques irrégularités, qui ont fait désirer des comparaisons entourées de toutes les garanties possibles de précision.

La nouvelle détermination a eu lieu en même temps que celle

---

(1) J. René Benoît, *Rapport sur la construction, les comparaisons et les autres opérations ayant servi à déterminer les équations des nouveaux prototypes métriques* (*Travaux et Mémoires*, t. VII, p. 108).

de la règle n° 184, qui doit servir d'intermédiaire entre le Yard et le Mètre. Les comparaisons ont été faites en série fermée, avec les règles n° 26 et T_3, la règle n° 184 intervenant pour deux longueurs voisines du mètre; et, afin d'avoir peu de réductions à effectuer, on a choisi un moment de l'année où la température du laboratoire ne différait pas beaucoup de la température de définition du Yard.

M. Johnson est venu au Bureau pour cette étude, qu'il a effectuée en collaboration avec M. Maudet, chacun des opérateurs faisant exactement les mêmes séries d'observations. Le résultat de ces comparaisons est excellent en ce qui concerne la concordance des mesures de chaque observateur, mais un peu inattendu pour les équations.

Pour la règle n° 16, les deux observateurs sont arrivés à un résultat presque identique, et qui montre que cette règle s'était momentanément allongée de $0^{\mu},4$ lors des comparaisons de 1923, effectuées au National Physical Laboratory avec le prototype de la Grande-Bretagne, et, au Bureau International, avec la règle n° 26. Cette fois l'équation a été retrouvée à peu près identique à celle de 1922. La cause de l'allongement momentané de la règle n'apparaît pas clairement; peut-être a-t-il été produit par un encrassement des traits, qui, nettoyés, auraient repris leur aspect primitif.

Quant à la règle n° 184, l'écart n'est que de $0^{\mu},02$ entre les valeurs des deux longueurs métriques qu'elle possède, pour des comparaisons faites au National Physical Laboratory ou au Bureau, et là par deux observateurs; mais ces longueurs, rapportées au Mètre, diffèrent de $0^{\mu},2$ dans les observations, très concordantes entre elles, faites respectivement par M. Johnson et par M. Maudet. Il a été impossible de découvrir la cause de cette divergence, toutes les conditions ayant été parfaitement symétriques.

Les règles du Canada ont été comparées à peu près dans les mêmes conditions que les précédentes. Il a été fait une série fermée, à une température moyenne voisine de 17°, et toutes les observations ont été exécutées en double par MM. Field et Maudet. Entre les deux observateurs, l'écart des équations est voisin de $0^{\mu},1$; mais les résultats de 1924 diffèrent notablement de ceux qui avaient été trouvés antérieurement au Bureau; la règle en nickel n° 306 se trouve maintenant plus longue de $1^{\mu},0$ qu'en 1921, la règle n° 224 en acier nickel à 43 pour 100 est de

$1^{\mu},1$ plus courte. Ces écarts sont bien supérieurs aux erreurs possibles des observations, et indiquent un indubitable changement des étalons canadiens.

Au cours des deux années écoulées, j'ai pu reprendre la rédaction du mémoire traitant des aciers au nickel. Son interruption avait été causée en premier lieu par la charge extraordinaire que les années passées m'ont apportée, mais aussi par la nécessité, reconnue à mesure que j'avançais dans sa rédaction, de compléter les recherches faites par des expériences relatives surtout à la stabilité de ces alliages. Ces expériences donnent maintenant une image assez complète des phénomènes pour qu'ils puissent être exposés d'une façon cohérente. J'ai livré à l'impression une dizaine de feuilles, qui se rapportent en majeure partie aux changements que subissent les alliages dans le cours du temps ou sous l'action des étuvages systématiquement pratiqués.

Les observations des allongements à la température ambiante, qui s'étendent aujourd'hui sur plus de dix mille jours, sont bien représentés par une fonction logarithmique. Il a été montré aussi que la fonction diffère suivant le traitement subi par les tiges, mais qu'il suffit d'une chauffe d'une centaine d'heures à 100° pour les ramener au même état.

Un indice d'instabilité a été défini, et on peut le considérer comme caractéristique d'un alliage donné. Les indices diffèrent suivant la teneur en nickel, et passent, vers 43 pour 100 Ni, du positif au négatif; mais, pour une même teneur en nickel, l'indice est, en gros, proportionnel à la teneur en carbone de l'alliage, à moins que celui-ci ne contienne un métal ayant beaucoup d'affinité pour le carbone, et l'empêchant de s'associer au fer. En somme, il semble que l'instabilité soit produite par la présence, dans l'alliage d'un carbure de fer, qui se transforme lentement dans le cours du temps. J'étais déjà arrivé à ces résultats en 1920; mais, grâce à l'usage du four à résistance, j'ai pu les préciser beaucoup mieux dans ces dernières années.

De longues recherches théoriques sur des expériences déjà anciennes ont pu aussi être conduites à bonne fin. Il a été trouvé, en particulier, pour des alliages couvrant à peu près tout l'intervalle des réversibles, que la vitesse des changements est, entre certaines limites, une fonction logarithmique de la température. Les fonctions, calculées pour des alliages dans lesquels les changements progressifs ou passagers diffèrent beau-

coup, ont ceci de commun, que le coefficient par lequel est multipliée la température est, pour tous les alliages, à peu près le même; en d'autres termes, que lorsque la température monte d'une même quantité, 10 degrés par exemple, la vitesse du mouvement se trouve multipliée à peu près par un même nombre; de telle sorte que les phénomènes dont il s'agit sont régis par des lois analogues à celles auxquelles obéit la vitesse de réaction dans les phénomènes physico-chimiques. C'est la loi formulée par Arrhénius.

Pour ces recherches, qui ont nécessité de longs calculs, M. Ch. Volet m'a prêté une collaboration efficace. Il a aussi préparé de nombreux diagrammes.

Cette étude de l'instabilité a de multiples applications; en particulier, elle a précisé les conditions dans lesquelles on peut réaliser des alliages stables; et si même on n'est pas encore parvenu à obtenir un invar dont les dimensions soient parfaitement constantes, au moins a-t-on pu faire en grandes séries, des fils géodésiques dont la variation, dans le cours du temps, est environ dix fois moindre que celles indiquées par les tables de variation publiées autrefois.

Maintenant nous ajoutons aux essais ordinaires auxquels les barres d'invar étaient soumises, une épreuve de stabilité, consistant à les chauffer pendant 100 heures à 100° et à mesurer leur allongement. D'ailleurs grâce à la connaissance parfaite que nous avons de la loi suivant laquelle l'invar s'étend au cours de la première opération de chauffe, nous pouvons aussi opérer pendant un temps moindre, et calculer l'allongement qui serait produit en 100 heures, ce dernier étant, pour la commodité, pris comme indice d'instabilité.

Dans les deux ans qui viennent de s'écouler, M. Pérard a encore consacré des travaux étendus au perfectionnement de l'appareil Fizeau.

Ainsi qu'il a été indiqué dans le Rapport présenté à la dernière session, la détermination de la constante, exécutée en août 1923, n'avait pas donné toute satisfaction, à cause de la discordance des deux séries de thermomètres, dont les réservoirs avaient été disposés à des hauteurs d'autant plus différentes que l'on avait cherché à découvrir les échelles graduées sur une plus grande longueur. En réalité, cette disposition particulière avait seulement exagéré un défaut de cet instrument, relatif au mode de support des

thermomètres et à l'uniformité de la température. Les perfectionnements les plus minutieux ont été apportés dans ce sens à l'appareil, et une étude spéciale du petit thermomètre, accompagnant les colonnes émergeantes, a permis de reconnaître que, même à 100°, les corrections correspondantes atteignaient à peine 6 millièmes de degré. Une nouvelle étude complète de la constante, entreprise au mois de mars 1924, en utilisant cinq radiations réparties dans le spectre, et au moyen de 50 groupes de deux expériences à autant de températures différentes comprises entre 0° et 100°, a donné le résultat suivant pour la dilatation du trépied

$$\alpha_{0,\theta} = (8,5982 + 0,0018590\,\theta)\,10^{-6},$$

valeur la plus probable obtenue en donnant un poids moitié moindre aux observations faites sur l'indigo du mercure, dont la visibilité est relativement faible, et sur le jaune du mercure, dont les deux raies voisines étaient à proximité immédiate de leur concordance.

On établit séparément les formules en utilisant les observations de 0° à 50° et de 50° à 100°, puis l'ensemble des observations; les résultats sont les suivants :

	$10^6\alpha$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{50}$.
° ° 0- 50......	8,593 3	1,980	8,672 5	8,791 3
50-100......	8,566 5	2,072		8,773 7
0-100......	8,598 2	1,859	8,672 6	8,784 1

On voit que les formules donnent exactement la même valeur pour α_{20} ; pour α_{50}, on trouve une légère discordance.

Ces résultats, comparés à ceux qu'avait obtenus M. Benoît en 1888 et 1913, sont reproduits dans le tableau ci-après :

	$10^6\alpha$.	$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{10}$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{50}$.
Benoît 1888...	8,597 6	1,663	8.630 9	8.664 1	8,763 1
Benoît 1913...	8.561 2	1,787	8,596 9	8,632 7	8,739 9
Pérard 1924...	8,598 2	1,859	8.635 4	8,672 6	8,784 1

Les résultats actuels diffèrent peu des premières données obtenues par M. Benoît, mais sensiblement de la dernière détermination qu'il avait faite. Cette divergence reste inexpliquée.

Les expériences faites d'une façon concomitante dans le vide et dans l'air ont fait ressortir des valeurs précises de l'indice de l'air

pour chacune des radiations utilisées; les valeurs compensées entre elles ont conduit à la formule de dispersion générale suivante :

$$(N-1)10^{-6} = \left(288,02 + \frac{1,478}{\lambda^2} \quad \frac{0,0316}{\lambda^4}\right) \overline{760(1+0,0037160)},$$

λ désignant la longueur d'onde en microns dans l'air normal, h la pression en millimètres de mercure; la formule est valable pour l'air sec privé d'acide carbonique.

Cette formule conduit à des nombres sensiblement plus élevés que ceux qui ont été donnés en 1918 par Meggers et Peters, mais concordent assez exactement avec les valeurs obtenues en 1910 par C. et M. Cuthbertson. La précision des valeurs extraites de la relation ci-dessus doit être estimée à quelques unités du cinquième chiffre significatif.

Il a été encore effectué à l'appareil Fizeau deux déterminations de dilatation : l'une sur le second échantillon de la Règle Type II, qui a confirmé le résultat obtenu deux ans auparavant sur le premier échantillon, l'autre sur un échantillon de la Règle IV_{74}.

On a rassemblé ci-après les résultats obtenus à l'appareil Fizeau :

			$10^9\beta$.	$10^6\alpha_{20}$.	$10^6\alpha_{30}$.	Moy $10^6\alpha_5$
N° 6	A... ..	8,625 0	1,820	8,697 8	8,807 0	
($\mathcal{M}$)	B......	8,626 1	1,873	8,701 0	8,813 4	
T_2	2_0.....	8,634 0	1,745	8,703 8	8,808 5	
	2_1.....	8,631 0	1,780	8,703 8	8,809 1	8,809
N° 4	A......	8,624 7	1,819	8,697 5	8,806 7	
	B......	8,652 3	1,562	8,714 7	8,808 5	
N° 20	A......	8,628 8	1,827	8,701 9	8,811 5	
	B......	8,641 4	1,704	8,709 7	8,812 1	
13_{74}	A......	8,609 0	1,740	8,678 6	8,783 0	8,785
IV_{74}	B......	8,598 7	1,946	8,676 6	8,793 3	

Les dilatabilités sont remarquablement concordantes dans les règles faites en alliage Johnson Matthey; si elles discordent davantage sur l'alliage de 1874, c'est seulement parce que les déterminations se rapportant à la règle IV sont d'un ordre de précision moindre que pour les autres, l'échantillon de cette règle présentant plusieurs défauts. Une estimation de la précision relative de ces mesures a conduit à donner à cette dernière un poids trois fois

moindre que celui afférent à la règle n° 13, d'où la valeur de la moyenne pondérée. La différence entre les dilatabilités des deux coulées est bien conforme aux nombres obtenus au comparateur, et qui ont été mentionnés dans mon dernier Rapport.

Le travail auquel M. Pérard a consacré la majeure partie de son temps est la mesure des quartz-étalons, qui sont maintenant entièrement terminés en ce qui concerne les observations. D'une part, la deuxième méthode qui, jusqu'en 1923, n'avait fait l'objet que de quelques essais, a été appliquée sans difficultés particulières à tous les quartz de la série principale; d'autre part, on a profité des températures les plus hautes et les plus basses de cette période pour compléter les observations par la première méthode, et fixer, avec la meilleure précision, les coefficients de dilatation, qui, comme on sait, sont légèrement différents d'un échantillon à un autre. Les résultats précédemment acquis ont dû être entièrement repris pour introduire les valeurs de l'indice de l'air, obtenues par les expériences dont il a été rendu compte ci-dessus. On a profité de cette refonte complète des formules de correction pour modifier aussi la correction due à l'indice de la vapeur d'eau contenue dans l'air, par substitution de la formule de C. et M. Cuthbertson à l'ancienne valeur de Dufet.

Ces corrections et les calculs qui doivent suivre ne sont pas complètement achevés; mais déjà, on reconnaît que la précision de chaque résultat est de l'ordre de quelques centièmes de micron, et pour celle des valeurs les plus probables, le centième de micron paraît certain vers le milieu de l'intervalle de température; on peut aussi assurer que les résultats issus des deux méthodes ne présenteront entre eux aucune divergence systématique; ce point est intéressant si l'on se rappelle que les phénomènes mis en jeu sont totalement différents. Il y a lieu également de faire remarquer qu'au cours de ces expériences, deux séries de miroirs ont été utilisées, l'une construite autrefois par Brashear, l'autre que nous a remise récemment M. Michelson; de plus, un nouveau couple de miroirs a été établi récemment par MM. Jobin et Yvon. Les argentures ont été refaites à plusieurs reprises. Malgré la conformation très différente des surfaces, attestée par les photographies, aucune discordance systématique ne s'est jamais révélée dans les résultats.

De cet ensemble, le calcul de compensation déduira pour chaque quartz : 1° la valeur absolue dans l'axe de l'étalon, et la

dilatation entre 5° et 25°, donnée par les deux méthodes; 2° la formule de dispersion avec sa variation thermique, donnée par la première méthode.

Le travail précédent se rapportait à la seule région centrale des surfaces terminales, mais il était utile de faire porter l'étude sur toute l'étendue de ces surfaces. Il suffisait, pour cela, de connaître la forme exacte de chaque surface, et l'épaisseur en deux points autres que le point central déjà connu. La forme détaillée de chaque surface a été fixée définitivement par la photographie des franges d'interférence produites entre chacune des faces du quartz et le plan de référence du petit interféromètre industriel déjà décrit (voir *Procès-Verbaux* de 1920, p. 86). Ces photographies représentent à peu près en vraie grandeur les franges localisées sur les surfaces produites en lumière indigo du mercure. Comme, d'autre part, les photographies des franges semblables, obtenues avec le même plan de référence associé à divers autres plans bien connus, ont été prises de la même façon, il est facile de déduire de la forme ainsi étudiée du plan de référence, celle des diverses surfaces. Pour déterminer ensuite l'orientation des faces d'un même quartz, les épaisseurs relatives en quatre points latéraux ont été mesurées à deux reprises dans des conditions symétriques au moyen d'un procédé simplifié qui dérive de la deuxième méthode de mesure.

Nous venons de signaler que les glaces de l'interféromètre Michelson avaient dû être réargentées plusieurs fois. Afin de simplifier cette opération, nous installerons prochainement au Bureau un montage permettant d'exécuter les argentures par pulvérisation cathodique.

Les études interférentielles ont conduit M. Pérard à examiner plusieurs types de lampes.

Tout d'abord la lampe à cadmium, qui rend souvent les expériences difficiles par sa courte durée, a été longuement étudiée, de manière à fournir pendant longtemps des radiations utilisables. Pour y parvenir, on a, jusqu'ici, ménagé beaucoup ces lampes, de façon à ne pas risquer d'être brusquement privé de leur rayonnement. M. Pérard a étudié les variations de pression auxquelles sont dues le plus souvent les extinctions constatées; et, en établissant une connexion entre la lampe et une pompe à mercure, qu'on peut de temps en temps mettre en communication

avec elle, il a réussi à obtenir un éclairement pour ainsi dire indéfini. Ces lampes ne craignent nullement d'être poussées à une grande intensité; l'une d'elles a été alimentée par un courant atteignant 11 milliampères, sans encore approcher de l'intensité qui met la lampe hors de service.

Ainsi qu'il a été dit, le Bureau doit à une attention particulière de M. Tanakadate d'avoir reçu une lampe du type Nagaoka-Sugiura, dont il a entretenu le Comité dans sa dernière session. La présence à Paris de M. Sugiura a procuré à M. Pérard l'occasion de faire l'essai de cette lampe, qui fonctionne sous la tension de 200 volts. Ces expériences ont montré que, même dans ces conditions, la radiation rouge du cadmium reste remarquablement monochromatique. On a pu voir très nettement, avec une grande intensité, les anneaux d'interférence obtenus pour une différence de marche voisine de 200^{mm}. Malheureusement, sous un tel voltage, l'allumage de la lampe est difficile à obtenir; de plus l'intensité du courant qui permet son démarrage, précipite la projection du métal sur les parois, qui s'obscurcissent très rapidement. Cependant cette lampe sera prochainement montée au Bureau. La comparaison de sa radiation faite avec celle de la lampe Michelson et de la lampe Hamy, sera d'un grand intérêt métrologique.

Ces comparaisons de longueurs d'onde accroîtront l'importance d'expériences actuellement en cours, et dont le double but est d'élucider certaines questions en connexion avec le renversement variable des raies, lorsque les tubes capillaires sont observés en bout ou latéralement, et de joindre aux radiations étudiées celles de l'hélium et du néon.

Ces expériences ont une signification précise pour la métrologie. Les résultats déjà acquis montrent combien la question des longueurs d'onde est complexe, et avec quelle prudence il faut opérer lorsqu'on se propose de prendre l'une d'elles comme unité de longueur.

M. Maudet a, comme par le passé, été chargé de tous les travaux concernant les fils géodésiques; pour les opérations nécessitant la collaboration de deux observateurs, M. Pérard s'est joint à lui pour les déterminations principales, et M. Bonhoure pour celles qui exigeaient une moindre pratique. Beaucoup de ces travaux ont donné lieu à des certificats, dont on trouvera plus loin l'énumération.

Depuis la dernière session, il a été fait deux mesures de la

longueur de la base, l'une à la fin de 1923, l'autre au printemps de cette année, avant qu'elle fût mise hors de service. Ces mesures ont comporté, comme toujours, la détermination des règles géodésiques et des traits secondaires de l'étalon servant à la mesure. C'est un travail long et minutieux, qui sera considérablement simplifié dans l'avenir.

J'ai déjà dit la part prise par M. Maudet dans l'installation de la nouvelle base. Il s'est chargé aussi des travaux faits pour la détermination de la dilatation des fils, et notamment de la dernière coulée, très peu carburée, sur laquelle ont été prélevés les trois fils témoins de la nouvelle base; cette détermination a été faite après différentes étapes dans l'étuvage des fils.

Au comparateur géodésique M. Maudet, avec la collaboration de M. Bonhoure, a fait l'étude de la règle géodésique espagnole, consistant dans l'étalonnage, et des comparaisons avec nos étalons, puis dans la détermination des intervalles décimétriques pris dans le premier mètre de la règle, ce qui a nécessité l'étalonnage d'une règle de 1^m en invar. Une étude moins étendue a été faite sur la règle géodésique de Pologne. Auparavant, il avait procédé à un nouvel alignement des microscopes, qui avaient subi de petits mouvements dans le cours des années.

J'ai signalé la coopération de M. Maudet dans les comparaisons des règles prototypes. Il a en outre déterminé, au moyen du comparateur Brunner, l'équation de deux règles appartenant respectivement aux Républiques tchécoslovaque et polonaise, après qu'il eût mesuré la dilatabilité de cette dernière.

Au moyen de la machine à mesurer, M. Maudet a déterminé en série fermée, l'équation de deux groupes de broches appartenant au Bureau, et qui sont venues compléter notre approvisionnement en éléments de longueur connue.

Enfin il a exécuté toutes les pesées qu'imposait le programme de travail du Bureau, parmi lesquelles je citerai celles d'un kilogramme en baros et de deux séries pour la République tchécoslovaque, des poids de 500^g et de 50^g pour le Laboratoire du Collège de France, enfin d'un kilogramme en platine appartenant au Conservatoire des Arts et Métiers; la nomenclature en a été donnée en partie dans le Chapitre du Rapport qui traite des prototypes. M. Maudet a enfin déterminé à nouveau les

kilogrammes n^{os} 7 et 8 du Bureau, et remis en état le mécanisme de transposition des deux balances Rueprecht 1 et 2.

M. Volet a effectué la détermination de dilatations parmi lesquelles celle de deux règles appartenant à la Tchécoslovaquie et au Japon, d'une règle de 1^{m} servant pour la géodésie espagnole, ainsi que de 67 échantillons d'invar. Il a étudié certaines particularités de l'action de l'étirage sur la dilatabilité de l'invar, puis l'effet de l'étuvage sur 40 tiges d'invar. Ces dernières mesures ont comporté des refroidissements lents suivis de chauffes rapides ; elles ont mis en lumière des faits intéressants.

Jusqu'à présent on n'a déterminé, avec quelque détail, les caractères de l'instabilité que dans les aciers au nickel. M. Léon Guillet ayant bien voulu procurer au Bureau une douzaine d'échantillons de laiton de diverses teneurs, contenant ou non du nickel, on a fait une étude thermique complète de ces différentes barres. Comme elles avaient été étirées, les premières chauffes se sont manifestées, dans la plupart d'entre elles, par un raccourcissement qui faisait en partie disparaître les tensions existant dans le métal. Mais, même après ce traitement, les barres ont montré des variations systématiques de longueur, qui ont pu être entièrement élucidées. On a reconnu que, à chaque température, le laiton tend à s'approcher d'un volume défini, mais que, si on le chauffe ou le refroidit, il prend un autre équilibre. L'instabilité dépend de la teneur en zinc; elle augmente généralement avec cette dernière. Il y aura lieu d'en tenir compte, plus qu'on l'a fait jusqu'à présent, dans la construction des instruments de précision où entre du laiton. Cette recherche a été faite en majeure partie par M. Volet.

Pour la photographie des mouches pratiquées sur les règles, M. Volet a définitivement mis au point l'appareil dont le Comité avait décidé l'acquisition. Il a reconnu que l'éclairage ne pouvait pas être exactement normal aux surfaces tracées, sans entraîner une lumière parasite trop intense; ces surfaces doivent donc être légèrement inclinées par rapport à la direction perpendiculaire à l'axe du microscope. Afin d'être indépendant de l'achromatisme de l'appareil, on emploie, pour la photographie, des écrans monochromatiques; ceux-ci exigent une mise au point particulière, dont M. Volet a étudié la variation.

Dans un autre ordre d'idées, M. Volet a étudié, à la demande de M. P. Billet, Ingénieur en chef de la Compagnie d'Orléans, un appareil pour la mesure des bandages de roues, après que nous eûmes reconnu la complication qu'entraînerait cette mesure au moyen de l'un de nos comparateurs. Il s'agissait de déterminer les deformations que les roues subissent par l'action du frettage énergique dû aux bandages, qui sont mis en place à chaud sur les roues demeurées froides.

L'appareil que nous avons proposé consiste en une poutre portant des microscopes à ses extrémités, et que l'on fait tourner après l'avoir équilibrée au centre de la roue, celle-ci étant dans la position horizontale. Les mesures auxquelles M. Volet a participé ont donné des résultats très concordants, et permis de réaliser un progrès notable dans la connaissance des déformations que l'on cherchait à déterminer.

M. Bonhoure a, comme par le passé, assisté M. Pérard dans de nombreuses expériences, et collaboré à des déterminations faites au comparateur géodésique. Il a exécuté seul l'étalonnage de plusieurs règles appartenant respectivement aux Bureaux des Poids et Mesures de Tokyo et de Prague, et au Laboratoire de la Marine à Paris. Depuis quelques années, il a la charge du comparateur automatique, où il a exécuté diverses déterminations, notamment l'étalonnage des broches décimétriques du Bureau, qu'il avait mesurées au comparateur universel par la méthode d'Airy. Récemment, il a étudié complètement un comparateur de moyenne précision, dit comparateur Chinois, pour le Ministère de l'Agriculture de la République Argentine. Enfin, il a exécuté l'étude complète de huit thermomètres de moyenne précision, qui nous ont été envoyés par la Compagnie du Gaz de Paris. Si, comme il a été dit dans une autre partie du Rapport, la nouvelle composition du verre pour thermomètres confirme les résultats déjà trouvés, l'étude des thermomètres, dont les commandes s'accumulent depuis des années chez les constructeurs, devra l'occuper pendant plusieurs mois.

CERTIFICATS

DÉLIVRÉS DU 1er SEPTEMBRE 1923 AU 30 AOUT 1925

N°	Date	Objet	Destinataire
	1923 Sept. 17.	Trois pièces platine de 500mg, 10mg et 1mg.	Commission des Poids et Mesures, Helsingfors.
	» Oct. 25.	Quatre fils géodésiques de 24m, nos 681, 682, 686, 687 et un fil de 8m, n° 609.	État chérifien, Rabat.
	» » 26.	Deux fils géodésiques de 24m, nos 688, 689.	Faculté du Génie, Université de Riga.
	» Nov. 18.	Deux fils géodésiques de 25m, (addition).	Service royal de l'Arpentage, Bangkok.
	» » 12.	Une règle en laiton de 40cm.	M. G. de Koningh, Arnhem.
	14.	Un kilogramme en baros.	Bureau central de l'Inspection pour le Service de l'étalonnage, Prague.
	» 16.	Un ruban de 4m en invar.	État chérifien, à Rabat.
	» 25.	Quatre fils géodésiques de 24m, nos 673, 674, 675 et 683.	Service géographique de l'Armée, Copenhague.
	Déc. 15.	Deux fils géodésiques de 24m, nos 253. 290 et un fil de 8m, n° [illegible] (addition).	Université de Liége.
10.	1924 Janv. 14.	Un étalon décimétrique n° 77.	Laboratoire central de la Marine française.
11.	» » 20.	Sept fils géodésiques de 24m, nos 299, 300, 302, 305, 345, 353, 354 (addition).	État-Major de l'Armée de la République Argentine.
12.	» Févr. 25.	Neuf thermomètres Tonnelot, nos 32685, 32686, 32692, 32694, 32698, 32709, 32726, 32728 et 32738.	Société du Gaz de Paris.
13.	» » 25.	Étalonnage de deux boites de poids en platine.	Bureau central de l'Inspection pour le Service de l'étalonnage, Prague.
14.	» Mars 3.	Une règle invar, n° 345.	
15.	» » 3.	Une règle invar, n° 346.	
16.	» Avril 10.	Deux fils géodésiques de 24m, nos 539, 540 (addition).	Service géographique de l'Indo-Chine.
17.	» » 14.	Quatre fils géodésiques de 24m, nos 565, 566, 567 et 568 (addition).	Service géographique de l'Armée française.

18.	1924 Avril 26.	Quatre fils géodésiques de 24^m, nos 381, 382, 383, 384 (addition).	Ministère des Colonies, Bruxelles.
19.	» » 28.	Deux fils géodésiques, nos 110 et 111 (addition).............	Service hydrographique de la Marine française.
20.	» » 28.	Un double décimètre en invar....	Laboratoire Central de la Marine française.
21.	» Mai 5.	Trois fils géodésiques de 24^m, nos 685, 690 et 691.	Ministère des Colonies, Paris.
22.	» » 14.	Une série de poids en platine (subdivision du gramme)....	École Polytechnique, Prague.
23.	» » 25.	Un fil géodésique de 50^m, n° 709.....................	Compagnie Maritime du Canal de Suez.
24.	» » 26.	Un fil géodésique de 24^m, n° 692.	M. Bourgoin, à Lannion.
25.	» » 26.	Un ruban invar 531 A_2........	
26.	» Juin 6.	Un calibre étalon de 4^{mm}......	Section technique de l'Artillerie, Paris.
27.	» » 6.	Cinq étalons à bouts sphériques.	
28.	» » 19.	Un mètre en nickel, n° 348...	Bureau des Poids et Mesures, Tokyo.
29.	» » 24.	Deux pièces de 500^g et 50^g en baros.....................	Laboratoire de Chimie du Collège de France.
30.	» » 27.	Deux règles en nickel, nos 224, 306......................	Service des Arpentages, Ottawa.
31.	» Juillet 20.	Trois fils géodésiques de 24^m, nos 207, 203 et 242.........	Ministère des Colonies, Paris.
32.	» » 28.	Deux calibres Johansson de 20^{n}	Section technique de l'Artillerie, Paris.
33.	» Août 19.	Un calibre Hommel de 20^{mm}...	Etablissements Hommel, Mannheim.
34.	» Oct. 4.	Une règle en acier au nickel à 42 pour 100, n° 339........	Institut géographique militaire, Prague.
35.	» » 6.	Deux fils géodésiques de 24^m, nos 464 et 693.............	Service hydrographique de la Marine française.
36.	» » 15.	Deux calibres étalons, de 100^{mm}.	M. Johansson, Eskilstuna.
37.	» Nov. 15.	Un fil géodésique de 24^m, n° 702.	Ministère des Colonies, Paris.
38.	» » 29.	Neuf étalons à bouts sphériques.	Compagnie française Thomson-Houston, St-Ouen.
39.	1925 Janv. 26.	Huit fils géodésiques de 24^m, nos 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700 et 701.	Ministère polonais des Affaires militaires, Var-

40.	1925	Avril	18.	Règle géodésique de 3m en invar.	Institut géographique et statistique, Madrid.
41.	»	»	18.	Règle invar, n° 349..........	
	»	»	27.	Deux rubans, n° 531 A_5 et 2604 BI..................	Ministère polonais des Affaires militaires, Varsovie.
	»	»	28.	Un ruban de 12m (addition)...	Institut géographique militaire, Florence.
	»	Mai	25.	Huit fils de 24m, nos 1, 2, 3, 4, 7, 8, 11 et 12, un fil de 8m, n° 9 et un ruban (addition).	État-Major de l'Armée de la République Argentine.
	»	»	26.	Règle géodésique de 3m......	Bureau Central des Mesures, Varsovie.
	»	Juin	7.	Deux pièces de 1g en laiton doré......................	Bureau Central de l'Inspection pour le Service de l'étalonnage, Prague.
	»	»	15.	Six fils géodésiques de 24m, nos 613, 614, 615, 616, 617 et 618....................	Service géographique de Suède, Stockholm.
	»	»	28.	Une règle de 1m, n° 534 et une réglette de 25cm, n° 533.....	Bureau Central des Mesures, Varsovie.
	»	»	29.	Six fils géodésiques de 24m, nos 550, 551, 552, 27, A_{26} et A_{30}.	Service géographique de l'Armée Serbe, Croate et Slovène.

RAPPORTS.

1.	1924	Juin	1.	Suite du rapport du 23 juillet 1923 sur les règles 16 Ni et 134.	National Physical Laboratory, Teddington.
2.	»	»	19.	Déformation des roues de wagons.....................	Compagnie du Chemin de fer de Paris-Orléans.

NOTES D'ÉTUDE.

1.	1924	Nov.	15.	Zéros de dix-sept thermomètres.	Société du Gaz de Paris.

V. — COMPTES.

Nous donnerons d'abord le bilan de chacun des chapitres de la comptabilité, en renvoyant, pour le détail des Comptes III, IV et V, à des tableaux annexes; comme précédemment, ces tableaux couvriront sept exercices, afin de faciliter les comparaisons.

COMPTE I.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT ET D'AMÉLIORATION DU MATÉRIEL SCIENTIFIQUE.

	fr
D'après les *Procès-Verbaux* de 1923 (p. 29), le Compte I possédait, au début de l'exercice de 1923, un actif disponible de	42553,08
Il s'est augmenté, au cours des exercices de 1923 et 1924, de la contribution d'entrée de la Tchécoslovaquie dans la Convention du Mètre....................	6874,00
et des sommes provenant des taxes de vérification...	12240,30
Total................	61667,38

Il a été débité des sommes énumérées ci-après :

	fr
Achat d'une machine à calculer..................	4500,00
Nouvelles installations électriques.................	3434,15
Versements divers à compte sur le prix du comparateur.....................................	22131,05
Total................	30065,20
Solde actif....................................	31602.18

COMPTE II.

FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

	fr
Le Compte II n'ayant eu à inscrire aucune recette ni aucune dépense, au cours de l'exercice, reste, à la fin de 1924, avec un actif disponible de...........	10076,80

COMPTE III.

FRAIS ANNUELS.

Au début de l'exercice de 1923, le Compte III possédait un actif disponible de.......................... 104858^{fr},02

Pendant les exercices de 1923 et 1924, ses recettes ont été de.................................... 461358,90

suivant le détail donné au Tableau III_a.

Total................. 566216,92

Les dépenses qui ont été portées à ce compte au cours de ces exercices se sont élevées à................ 430262^{fr},80

suivant détail du Tableau III_b.

On le trouve donc, à la fin de l'exercice de 1924, avec un actif disponible.......................... 135954,12

Ce compte reste, en outre, créditeur d'une somme de 217634^{fr} sur les États ayant différé le versement de leurs contributions.

COMPTE IV.

CAISSE DE SECOURS ET DE RETRAITES.

La Caisse de secours et de retraites possédait, au commencement de 1923, un actif de................. 74391^{fr},45

dont 74244^{fr},70 en rente française 3 % (valeur d'achat) et 146^{fr},75 en espèces en caisse.

Au cours des exercices de 1923 et 1924, elle a reçu les sommes portées au Tableau IV_a, formant ensemble.. 19386,40

Total.............. 93777,85

Les sommes payées par elle et détaillées au Tableau IV_b montent à.................................... 16362,15

Il résulte de là que, à la fin de l'exercice de 1924, il figure à son actif une somme de......................

se décomposant comme suit :

2309^{fr} de rente 3 % représentant, valeur d'achat.......................... 74244^{fr},70

Espèces en caisse........................ 3171^{fr},00

Le Compte III a fait, à la Caisse de retraites, des avances montant, au 31 décembre 1922, à un total de...... 51327,15

Au cours des exercices de 1923 et 1924, elle a remboursé, sur cette somme, au Compte III, en espèces. 14987,15

Elle reste donc débitrice de...................... 36340,00

Pour évaluer l'avoir réel du Compte IV, il faudrait porter les titres de rente susnommés, non point au cours d'achat, mais au cours moyen actuel; on arriverait ainsi à une somme d'environ............... 35 000fr

Si l'on s'était décidé à réaliser les titres de la Caisse, elle aurait eu, à la fin de 1924, une dette d'environ 1 000fr qui, en 1925, sera remplacée par un excédent.

COMPTE V.

FONDS DE RÉSERVE.

L'accroissement de ce compte provient des intérêts de son capital, car, le budget de 1924 étant sensiblement égal aux recettes prévues, le Comité n'a pas jugé à propos de faire en sa faveur un prélèvement sur le Compte III.

Au commencement de 1923, le Compte V possédait 5328fr de rentes françaises diverses, représentant, valeur d'achat..............................	fr 122 864,35
et un solde d'espèces en caisse de................	13 151,40
Total..............	136 015,75
Ses intérêts, au cours des exercices de 1923 et 1924, forment un total de..........................	12 267,20
Il possédait, en conséquence, à la fin de 1924........	148 282,95

Au cours des deux exercices 1923 et 1924, l'opération consistant dans l'achat de 24 obligations communales du Crédit Foncier a été liquidée et il a été en outre acheté pour 11 500fr de Bons du Trésor.

La première de ces deux acquisitions a coûté 11 784fr et la seconde 11 500fr, soit en tout 23 284fr.

Par suite l'avoir du compte V au 31 décembre 1924 se compose de :
2 247fr de rente 3 %, ancienne,
1 085 de rente 5 %,
284 de rente 4 % 1917,
1 512 de rente 6 %,
200 en obligations du Crédit National,
24 obligations communales du Crédit Foncier et 11 500fr de Bons du Trésor représentant,

valeur d'achat, 122 864fr,35 + 23 284fr = ...	146 148,35
et, en espèces, de..........................	2 134,60
Total..............	148 282,95

TABLEAU III a. — *Recettes du Compte III.*

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
CONTRIBUTIONS DES ÉTATS :							
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Réglementaires de l'année.........	61156,00	55961,00	26285,00	45698,44	111147,40	116037,75	137918,00
Arriérées......................	12233,69	13416,31	60991,00	128477,05	75739,28	65270,00	121886,40
Anticipées.....................	10,00	—	3084,55	2222,05	1199,25	—	—
Remboursement par la Caisse des retraites.....................					2818,45	8237,15	6750,00
Totaux.......	73399,69	69377,31	90360,55	176397,54	190904,38	189544,90	266554,40
INTÉRÊTS BONIFIÉS :							
Par Caisse des Dépôts............	3073,97	2712,73	1759,01	1436,22	1169,37	1234,22	1321,36
Par Banquiers et divers..........	789,85	1162,84	932,81	1139,64	1604,34	1206,25	1497,77
Totaux.......	3863,82	3875,57	2691,82	2575,86	2773,71	2440,47	2819,13
Totaux.......	77263,51	73252,88	93052,37	178973,40	193678,09	191985,37	269373,53

Tableau IIIb. — *Dépenses du Compte III.*

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
PERSONNEL :							
Directeur, Adjoints, Assistants, Calculateurs, Mécanicien, Personnel auxiliaire	fr 42526,05	fr 75034,80	fr 89918,55	fr 120389,85	fr 127780,20	fr 137615,05	fr 149549,05
Avance à la Caisse des retraites	8704,00	8708,40	8708,40	4948,40	—	—	—
INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE	3500,00	6000,00	6000,00	6000,00	8000,00	8000,00	8000,00
FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION :							
Entretien des bâtiments, dépendances et mobilier	6854,10	11044,15	13996,55	11427,80	20401,20	13496,65	20142,45
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire	1558,75	1885,65	6129,00	5202,95	5070,75	4555,95	7762,15
Frais de chauffage et d'éclairage, gaz pour laboratoire et moteur	6241,70	4565,95	20807,25	8634,70	12728,87	15961,05	16443,00
Concession d'eau	69,90	—	249,30	—	199,20	118,90	164,40
Primes d'assurance	1151,95	845,20	1502,85	1418,10	1331,85	1258,05	1066,70
Bibliothèque	215,80	198,45	543,50	981,80	3530,50	2428,55	5362,20
Frais d'impressions et publications	5891,25	—	5665,60	22814,95	7583,35	4986,80	8434,80
Frais de bureau et de secrétariat	870,40	1457,55	3616,55	3995,35	3287,35	3175,00	3499,00
Frais divers et imprévus	7000,95	6498,70	4792,95	7195,85	6455,86	5473,13	5506,12
Installations nouvelles	298,30	3118,00	1976,05	1523,00	629,00	2317,65	4946,15
Réserve	5000,00	—	10000,00	—	—	—	—
Totaux	89883,15	119356,85	173906,55	194532,75	196998,13	199386,78	230876,02

Tableau IVa.

Recettes du Compte IV.

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Retenues sur les traitements ..	570,40	860,80	1303,70	2099,00	3835,10	4261,50	4368,00
Intérêts du capital......	2296,00	2291,60	2291,60	2291,60	2300,30	2301,35	2335,60
Part sur les taxes......	48,00	195,00	540,00	519,35	1326,65	2758,50	3361,45
Avances du Compte III...	8704,00	8708,40	8708,40	4948,40	—		
Remboursement des Banquiers.					1018,15		
Totaux..	11618,40	2055,80	12843,70	9858,35	8480,20	9321,35	10065,05

Tableau IVb.

Dépenses du Compte IV.

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
	fr	fr	fr		fr		
Pensions	11500,00	11500,00	11500,05		6000.00		800,00
Remboursement de retenues..	176,10		148,00				
Remboursement au Compte III.					2818,45	8237,15	6750,00
Totaux..	11676,10	11500,00	11648,05	11500,00	8818,45	8812,15	7550,00

TABLEAU Va.

Recettes du Compte V.

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
Intérêts du capital........	fr 3828,35	fr 4310,25	fr 4359,70	fr 5322,95	fr 5319,30	fr 5621,30	6645,90
Reçu du Compte III...	5000,00		10000,00				
Totaux..	8828,35	4310,25	14359,70	5322,95	5319,30	5621,30	6645,90

TABLEAU Vb.

Dépenses du Compte V.

	1918.	1919.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
	(490 fr 4 %	200 fr Obl.)	+ 1512 fr 6 % — 706 fr 4 %	6500 fr Bons du Trésor.		fr — 6500 Bon + 24 Communales Foncier.	1500 fr de Bons.
Achats de Rente.	fr 8677,90	fr 3965,95	fr 12601,80	6184,75		fr 11784,00	fr 11500,00

En mettant à part les Comptes IV et V, nous pouvons, pour les deux années écoulées, présenter comme suit les dépenses du Bureau :

		fr
Payé pour le Compte	I..................	30065,20
» »	II..................	»
» »	III.................	430262,80
	Total...........	460328,00

La vérification générale de la comptabilité du Bureau résulte de l'égalité entre la somme des actifs disponibles indiqués par les trois Comptes I, II, III, et la somme des soldes restant effective-

ment, au même moment, à la Caisse des Dépôts et Consignations, dans les banques et dans la Caisse du Bureau.

Or, en récapitulant les résultats donnés plus haut, nous trouvons, à la fin de 1924, les actifs disponibles suivants :

	fr
Compte I........................	31602,18
» II........................	10076,80
» III........................	135954,12
Total..........	177633,10

D'un autre côté, d'après les relevés officiels qui nous sont fournis par la Caisse des Dépôts, par nos banquiers, et d'après nos livres de comptabilité, nous avons, à la même date :

	fr
A la Caisse des Dépôts et Consignations....	163046,15
Au Crédit Commercial de France..........	6957,55
Dans la Caisse du Bureau.................	7629,40
Total..............	177633,10

Ces nombres appellent encore quelques réflexions. En 1915, l'avoir disponible du Bureau se montait à plus de 340000fr, qui étaient assimilables à des francs-or; à la fin de 1924, il était réduit à 43 000 francs-or, bien que nous ayons vécu avec la plus stricte économie, que nous n'ayons fait que des dépenses indispensables d'entretien, et renouvelé seulement les appareils qui l'exigeaient impérieusement, enfin que le Bureau ait fait face aux multiples problèmes qui s'imposent à son attention avec un personnel restreint, qui parvient à les résoudre seulement au prix d'un effort poussé souvent jusqu'à l'extrême limite du possible. Cependant le capital disponible a été peu à peu réduit dans une proportion devenue inquiétante.

Dans l'année courante, la situation s'est, il est vrai, un peu améliorée ; mais l'accroissement constant du prix de la vie a obligé à prendre des mesures qui font un nouvel appel à nos disponibilités. Il est devenu urgent de consolider la situation du Bureau, si l'on ne veut pas courir le danger de voir son œuvre compromise.

M. le Président annonce que la discussion des questions soulevées par le Rapport de M. le Directeur se fera

dans les séances des Commissions, qui rapporteront ensuite dans les séances plénières. Mais il ne veut pas attendre davantage pour exprimer au nom du Comité, à M. le Directeur et à ses collaborateurs, toutes ses félicitations pour le travail considérable qu'ils ont accompli depuis la dernière session dans des circonstances souvent difficiles.

M. Guillaume rappelle que M. Lesigne, qui a participé pendant 49 ans aux séances du Comité en qualité d'adjoint au Secrétaire, ne peut lui continuer son concours en raison de son grand âge. M. Lesigne a écrit à M. le Directeur une lettre lui faisant part de son profond regret d'être obligé d'abandonner ses fonctions, et remerciant le Comité de la bienveillance qu'il lui a toujours témoignée ([1]).

M. le Président annonce qu'il exprimera à M. Lesigne la reconnaissance du Comité pour les services rendus et les meilleurs vœux qu'il forme pour sa santé.

Après une suspension de séance, M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour la lecture de son Rapport sur la gestion du bureau du Comité depuis sa dernière session.

M. de Bodola s'exprime dans les termes suivants :

([1]) De la lettre de M. Lesigne nous détachons ce passage :

« Un de mes plus gros crève-cœur dans cette atteinte de la vieillesse, est de penser que pour la première fois, depuis 49 ans, je ne pourrai plus remplir, près du Comité et de vous-même, le rôle de confiance, si modeste ait-il été, dont je n'ai cessé d'être honoré. Ce sont là, vous le savez déjà, les meilleures semaines de mon existence, tant par la hauteur intellectuelle au milieu de laquelle je me sentais vivre que par les marques de sympathie dont j'ai toujours été comblé.

» Je vous aurai une profonde reconnaissance, si vous voulez bien vous faire l'interprète de ces sentiments et de ces regrets près de Messieurs les membres du Comité et de son bureau, auquel j'étais plus spécialement attaché. »

RAPPORT

SUR LA GESTION DU BUREAU DU COMITÉ

POUR LA PÉRIODE COMPRISE
ENTRE LE 1^er SEPTEMBRE 1923 ET LE 31 AOUT 1925.

I.

Après la clôture de notre dernière session, le bureau du Comité et M. le Directeur eurent immédiatement à s'occuper de la publication des Procès-Verbaux et de la rédaction du Rapport spécial financier sur les exercices de 1923 et de 1924, adressé aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes le 1^er décembre 1923.

Conformément au Règlement annexé à la Convention, un deuxième Rapport sur les exercices de 1924 et de 1925 fut envoyé aux Gouvernements le 1^er décembre 1924.

Dans ces deux Rapports, l'exposé financier était, comme de coutume, précédé de plusieurs communications, qu'il est traditionnel de reproduire dans le Rapport du Secrétaire.

Voici ces communications :

RAPPORT

SUR LES EXERCICES DE 1923 ET DE 1924.

I. — Session du Comité international.

Le Comité international des Poids et Mesures a tenu sa session bisannuelle du 25 septembre au 5 octobre de cette année. MM. Erik Ivar Fredholm, Daniel Isaachsen, et Célestin Kargatchin, nouvellement élus, assistaient pour la première fois à ses séances.

Des études très minutieuses exécutées par le Bureau ont amené des progrès marqués dans la connaissance des dilatations des mètres prototypes; elles ont montré notamment que, dans une même coulée, les dilatabilités sont pratiquement identiques, et que, vraisemblablement, les très petits écarts trouvés avant 1889 peuvent être ramenés à des erreurs d'observation. Il existe néanmoins encore une divergence appréciable entre les mesures faites à l'appareil Fizeau et au comparateur; ce sera l'une des tâches du Bureau, dans les deux années à venir, d'en trouver la cause, et, si possible, de l'éliminer.

Le Comité international, en prenant connaissance de ce qui précède, a constaté que le comparateur à dilatation, qui a fourni, depuis plus de quarante ans, un service continu et intense, est maintenant hors d'usage, et il a décidé son remplacement.

La détermination des équations des mètres prototypes s'est poursuivie par l'étude de toutes les règles parvenues au Bureau avant la session. L'ensemble du travail montre que la plupart des étalons ont conservé leur équation dans les limites des erreurs des déterminations anciennes et nouvelles; quelques-unes, par contre, ont révélé des divergences, positives ou négatives, qui dépassent les limites ordinaires des erreurs d'observation, sans que l'on puisse encore assigner une cause à ces variations. Quant aux étalons d'usage du Bureau, pour lesquels on avait trouvé un changement très faible, mais cependant mesurable, il a été établi, par des recoupements, que ce changement s'est produit, au moins pour la plus grande partie, entre les années 1892 et 1901.

Les études des longueurs d'onde lumineuses, en vue de leurs applications métrologiques, ont également progressé, ainsi que la mesure des décimètres en quartz. Cette détermination sera achevée dans un avenir prochain, et le Bureau international pourra recevoir les étalons en quartz qui lui seront envoyés, pour leur mesure, par divers instituts métrologiques. Les divergences éventuelles qui pourraient être trouvées par les établissements auxquels ils appartiennent, pourront mettre sur la voie de recherches accessoires, qui serviront à perfectionner et à unifier les procédés employés pour leur détermination.

La méthode de mesure des bases, par les fils géodésiques, que le Bureau a considérablement perfectionnée, est pour lui la source de travaux qui vont constamment en croissant. Mais le Bureau ne possède, pour la détermination des fils, qu'une base établie il y a plus de vingt ans, et qui a toujours été considérée

comme provisoire. Afin de faciliter le travail et le rendre plus sûr, le Comité a décidé d'autoriser le Bureau à reconstruire cette base. Les dispositifs sont à l'étude; si les ressources du Bureau le permettent, une nouvelle base sera établie dans les deux années à venir.

Le Comité a de nouveau inscrit, au programme du Bureau, la fixation d'un certain nombre de repères thermométriques convenablement choisis, et dont la position serait déterminée aussi bien que possible. Le Bureau devra entrer en correspondance, dans un but de coordination, avec les bureaux nationaux.

Le Comité a élevé M. Charles Volet, jusqu'à présent assistant du Bureau, au rang d'adjoint.

La Convention signée à Sèvres le 6 octobre 1921 a reçu la ratification des pays suivants, dans l'ordre chronologique : la Suisse, le Danemark, la Suède, la Grande-Bretagne et le Canada, la Belgique, la Norvège, la Finlande, les États-Unis d'Amérique. Le Comité insiste tout particulièrement auprès des Gouvernements qui n'ont pas encore déposé leurs actes de ratification, pour qu'il y soit procédé le plus tôt possible.

En attendant que la nouvelle Convention entre en vigueur, le Bureau a coordonné les publications qui ont paru sur les unités électriques, de sorte que le travail soit bien préparé lorsque le Comité sera autorisé à prendre en mains cette question.

Le Comité a décidé d'entreprendre, sans tarder davantage, la liquidation du compte de l'Autriche et de la Hongrie, resté en suspens depuis 1919. Les Gouvernements des pays intéressés en seront avisés, en même temps que l'on portera à leur connaissance le montant des sommes qu'ils ont à verser.

Enfin, la baisse actuelle du franc et le renchérissement qui en résulte, mettent le Bureau de nouveau dans une situation difficile. En effet, les États à change très élevé versent aujourd'hui une contribution moindre qu'en 1914, alors que le programme de travail du Bureau a certainement augmenté depuis cette époque. Le Comité a examiné l'opportunité d'intervenir auprès de ces États afin qu'ils consentent à verser, en leur propre devise, leur contribution sur le taux de celle de 1914, soit sur la dotation totale de 100000fr.

II. — Versement des parts contributives.

Le tableau [1] qui donne l'état des versements pendant les années 1921, 1922 et 1923, montre, pour la première de ces périodes, des différences considérables dans les contributions parvenues au Bureau. On se souvient en effet que, par une décision gracieuse des États à change élevé, les contributions de l'année 1921 devraient être payées suivant le change compté au début de l'année. Étant donnée la position de la devise française à cette époque, il en est résulté une majoration sensible dans la dotation du Bureau.

Pour l'année 1922, la dotation était fixée à 250000^fr^; mais la Russie ayant acquitté ses contributions pour les années antérieures, le Bureau a restitué aux États les avances qu'ils avaient faites; c'est pourquoi le total est inférieur au chiffre de la dotation régulière.

Dans l'exercice courant, la dotation totale prévue est majorée de la contribution de la Tchécoslovaquie qui, en conformité avec l'article 6 du Règlement annexé à la Convention, doit venir en excédent de la dotation régulière.

Nous avons à mentionner enfin une augmentation des arriérés qui, si elle venait encore à s'accentuer, pourrait créer de sérieux embarras au Bureau. Nous signalons cette situation aux États adhérents.

Pour le Comité international des Poids et Mesures

Le Secrétaire : L. DE BODOLA.

Le Président : VITO VOLTERRA.

Rome et Budapest, le 1er décembre 1923.

---

(1) On n'a pas jugé utile de reproduire ici ce tableau.

RAPPORT

SUR LES EXERCICES DE 1924 ET DE 1925.

Dans le dernier Rapport financier présenté par le Comité international des Poids et Mesures aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, nous signalions le remplacement, devenu urgent, du comparateur à dilatation, mis hors d'usage par un service ininterrompu de plus de quarante ans. Déjà en 1913, le Comité avait décidé sa réfection, dont la Société Genevoise d'Instruments de Physique avait été chargée. Le nouvel instrument était terminé à la fin de 1914, lorsque la difficulté des transports à cette époque en fit différer la livraison. Le comparateur avait donc été démonté; mais des essais faits plus récemment avec un instrument semblable à celui qui avait été construit pour le Bureau, mirent en évidence diverses défectuosités qui obligèrent à des modifications importantes; on venait de les entreprendre, lorsque la baisse subite du franc français, qui s'est produite au printemps dernier, en rendant la situation du Bureau très délicate, obligea à suspendre les paiements se rapportant aux travaux déjà exécutés. C'est alors qu'une libérale initiative vint nous tirer des difficultés auxquelles nous exposait le rapport des devises. *The International Education Board*, fondé en 1923, par M. John Rockefeller junior, en vue d'aider au progrès de la recherche scientifique, fit attribution au Bureau d'une somme de 20000fr suisses, grâce à laquelle le prix du comparateur a pu être versé. Le comparateur vient d'être expédié au Bureau.

Nous sommes heureux de l'occasion qui nous est offerte de renouveler l'expression de notre vive reconnaissance au généreux donateur, ainsi qu'à M. Wickliffe Rose, Président de l'*Education Board*, à l'initiative de qui nous devons d'avoir été allégés du souci que nous causait la situation financière du Bureau.

Le paiement du comparateur aurait épuisé le Compte de premier établissement sur lequel le prix de cet appareil aurait été soldé. L'avoir de ce compte ayant été reconstitué, nous avons pu envisager une autre construction qui était devenue urgente, mais que nous avions différée faute de fonds.

La base de comparaison des fils, qui avait été établie en 1901, sur un modèle provisoire, et qui sert depuis cette époque pour les

nombreux travaux demandés au Bureau par les Services géodésiques, est d'une détermination longue et difficile, et qui ne peut pas être exécutée, faute de personnel, aussi souvent qu'il serait utile. Les plans de sa réfection avaient été élaborés dans tous leurs détails; on a pu dès lors passer à l'exécution, et les premiers éléments de la nouvelle base arriveront au Bureau prochainement.

I. — Versement des contributions.

L'an dernier, nous signalions l'accroissement inquiétant des arriérés de contributions, et ajoutions que, s'il venait encore à s'accentuer, il pourrait créer de sérieux embarras au Bureau. Nous avons eu, cette année, la satisfaction de noter une plus grande régularité dans les versements, dont, cependant, une partie importante reste encore en retard, non seulement pour l'exercice courant, mais même pour les années antérieures; une telle situation crée une instabilité financière préjudiciable à la bonne marche de nos services; nous prenons, en conséquence, la liberté de recommander cette situation à la bienveillante attention des Hauts Gouvernements.

Lors de sa dernière session, le Comité avait donné son assentiment à une proposition de la Commission des Comptes et des Finances, tendant à soumettre aux Gouvernements des Pays à change très apprécié, une mesure bienveillante qui consistait à verser au Bureau, sur une dotation totale de 100000^{fr}, leurs contributions respectives calculées d'après la devise nationale. Cette proposition revenait en somme à ramener les contributions au taux de 1914.

La proposition a été relevée d'abord par le Gouvernement britannique, qui, par l'organe de M. Percy Ashley, Secrétaire adjoint du Board of Trade, s'est déclaré prêt à s'y rallier déjà pour l'année 1923; mais, cet exercice étant clos, et la plupart des États touchés par la proposition ayant acquitté leurs contributions et reçu quittance définitive, nous n'avons pas pu revenir sur la question. Pour le présent exercice, tous les États à change apprécié ont accueilli la proposition avec une grande bienveillance, et déjà, le Royaume-Uni, le Canada, la Suède et la Suisse ont acquitté leurs contributions en devises nationales.

Nous avons à signaler aussi que l'Espagne a versé au 31 décembre dernier une somme de 13500^{fr}, qui a servi à solder les

contributions de 1921 et 1922; un reliquat de 2124^{fr} a été inscrit à son crédit pour l'année 1923. Le Siam a également remis au Bureau, le 30 novembre 1924, la somme de 5397^{fr}, qui a été attribuée à la contribution de l'année 1922, et a laissé un solde de 1970^{fr}, à valoir sur l'année 1923.

Enfin le Comité avait décidé dans sa dernière session de liquider la contribution de l'Autriche et celle de la Hongrie pour l'année 1919. A la demande présentée aux Gouvernements intéressés à cette liquidation, l'Autriche, la Hongrie, l'Italie et la Roumanie ont répondu en versant leur part des contributions arriérées. Nous rappelons que, pour la Tchécoslovaquie, cette part était comprise dans la contribution d'entrée.

. . . .

Nous insistons sur le fait que la devise française a encore baissé depuis l'année dernière, ce qui accroît la valeur numérique de toutes les dépenses du Bureau, et conduit à envisager l'établissement de la dotation sur le franc-or, ainsi que le font déjà la plupart des bureaux internationaux. Cette question sera soumise aux délibérations de la prochaine Conférence générale.

Pour le Comité international des Poids et Mesures :

Le Secrétaire,	*Le Président*,
L. DE BODOLA.	VITO VOLTERRA.

Rome et Budapest, le 1er décembre 1924.

II.

Ces communications, et tout particulièrement celles qui concernent la situation financière du Bureau, motivent les quelques considérations qui suivent.

Nous avons actuellement une dotation annuelle de 250000^{fr}, qui valent aujourd'hui à peu près 60000 francs-or, et ont à peine la puissance d'achat que possédaient 50000^{fr} avant la guerre. A cette époque la dotation était de 100000^{fr} par an, et, si l'on considère ces 100000^{fr} comme alors déjà juste suffisants à l'entretien du Bureau et à la constitution d'un petit fonds de réserve, et si l'on

ajoute à cela que certaines contributions mettent parfois deux ou trois ans pour parvenir à notre Caisse, on conçoit facilement que notre situation financière soit très loin d'être satisfaisante.

Soixante mille francs-or sont bien peu pour un établissement scientifique comme le Bureau international des Poids et Mesures, qui doit pouvoir faire face à de multiples et délicates obligations. Ces ressources, à peine suffisantes pour végéter, ne permettent guère de travailler à la fois avec intensité et sécurité. Si une telle situation se prolongeait, elle finirait certainement par influencer d'une manière désastreuse le fonctionnement de notre Institution.

Dans le passé, on nous a aidé plusieurs fois à surmonter les difficultés de cette situation. En 1921, les États nous ont versé les contributions suivant le change compté au début de l'année, ce qui a produit une majoration sensible de la dotation pour cet exercice. En 1924 la plupart des États à change très apprécié ont consenti à nous verser des contributions équivalentes à celles qu'ils nous donnaient en 1914 [1]. Dernièrement encore, une généreuse intervention de *The International Education Board*, fondé par M. John Rockefeller junior, a mis à notre disposition les fonds nécessaires au paiement de notre nouveau comparateur à dilatation.

Tous ces actes de bienveillance, en même temps qu'ils nous inspirent une profonde gratitude envers nos bienfaiteurs, nous font de plus en plus ressentir la précarité de notre situation.

Il est impossible de vivre continuellement de subventions fortuites, qui nous soutiennent pendant quelque temps, mais laissent toujours l'avenir dans l'incertitude. Le Bureau a un besoin urgent de stabilité. Il lui faut une sécurité du lendemain, qui ne peut être assurée que par une dotation annuelle suffisamment élevée et de valeur constante.

Heureusement la Conférence a le droit de nous l'assurer, sans avoir besoin de recourir à de nouvelles modifications de la Convention, ou du Règlement annexé, ce qui entraînerait la nécessité d'une nouvelle ratification. Or, l'expérience que nous venons de faire avec celle actuellement en cours, n'est pas pour nous engager à recourir à ce moyen.

[1] Certains des États que touchait cette proposition n'ayant pas cru devoir y adhérer, nous serons peut-être obligés de restituer le surplus de ces versements à plusieurs de ceux qui avaient bien voulu procéder de la sorte.

Voyons d'abord ce que le Comité pourrait faire seul, indépendamment de la Conférence.

Comme je l'ai montré dans mon Rapport présenté à la dernière session, en cas de vote unanime, le Comité aurait le droit d'établir sur la base de 300000^{fr}, les parts contributives des États dont les ratifications concernant la Convention de 1921, ont été déposées déjà. Cela constituerait pour eux une augmentation de 20 pour 100.

C'est tout ce que le Comité peut faire de sa seule initiative, et c'est à la Commission des Comptes et des Finances d'examiner s'il ne faudrait pas profiter de cette ressource dans les deux années qui nous séparent encore de la prochaine Conférence.

Pour les autres États, il faudrait, durant ces deux années, s'en tenir aux contributions actuelles, à moins qu'ils ne s'engagent volontairement à payer les contributions augmentées, avant d'avoir ratifié. On peut même augurer que, si le bureau du Comité adressait aux Gouvernements de ces États, en même temps que son prochain Rapport financier, la prière de bien vouloir nous aider en procédant ainsi, la réponse, dans la grande majorité des cas, nous donnerait satisfaction.

Quant à la Conférence, voici ce que le Règlement annexé à la Convention statue, à propos de la modification de la dotation annuelle.

Art. 6, cinquième alinéa; texte ancien, *encore en vigueur* pour les États qui n'ont pas, jusqu'à ce jour, déposé leur acte de ratification de la Convention de 1921 :

« Dans le cas où le Comité jugerait nécessaire d'apporter une modification, soit à la dotation annuelle, soit au mode de calcul des contributions déterminé par l'Article 20 du présent Règlement, il devrait soumettre ce projet de modification aux Gouvernements, de façon à leur permettre de donner, en temps utile, les instructions nécessaires à leurs délégués à la Conférence générale suivante, afin que celle-ci puisse délibérer valablement. La décision sera valable seulement dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé, ou n'exprimera, dans la Conférence, un avis contraire. »

Art. 6, cinquième alinéa; texte nouveau, *déjà en vigueur* pour les États ayant déposé leur acte de ratification :

« Dans le cas où le Comité jugerait nécessaire, soit d'accroître au delà de 300000^{fr} la partie fixe de la dotation annuelle, soit de

modifier le calcul des contributions déterminé par l'article 20 du présent Règlement, il devrait en saisir les Gouvernements de façon à leur permettre de donner, en temps utile, les instructions nécessaires à leurs délégués à la Conférence générale suivante, afin que celle-ci puisse délibérer valablement. La décision sera valable seulement dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé, ou n'exprimera, dans la Conférence, un avis contraire. »

Art. 20, troisième, quatrième et cinquième alinéas; le texte ancien et le texte nouveau sont identiques :

« Les parts contributives ainsi calculées sont valables pour toute la période de temps comprise entre deux Conférences générales consécutives, et ne peuvent être modifiées, dans l'intervalle, que dans les cas suivants :

» *a*. Si l'un des États adhérents a laissé passer trois années successives sans faire ses versements ; »

» *b*. Si, au contraire, un État antérieurement retardataire de plus de trois ans, ayant versé ses contributions arriérées, il y a lieu de restituer aux autres Gouvernements les avances faites par eux. »

Si donc il n'y a pas d'avis contraire, la Conférence peut, de plein droit, voter définitivement les propositions faites d'avance par le Comité aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes; c'est à nous de faire des propositions assez équitables et assez fortement motivées pour que tout avis contraire soit moralement et matériellement impossible.

III.

Le Bureau, je le répète, a besoin d'une dotation dont la valeur reste constante d'une Conférence à l'autre.

Cette constance, on pourrait l'assurer de différentes manières. Il suffirait, par exemple, de fixer la dotation en dollars, ou en une autre monnaie dont la valeur puisse être considérée comme suffisamment stable. Mais une telle solution ne serait guère en harmonie avec les traditions de notre Institution. En effet, nos dotations ont toujours été fixées en francs français, ce qui veut dire qu'avant la guerre elles étaient fixées en francs-or, car un billet de 100^{fr} de la Banque de France valait bien, à cette

époque, 100 francs-or. La solution la plus naturelle, celle dont l'idée se présente, pour ainsi dire, spontanément à l'esprit, semble donc être de demander à la Conférence de fixer notre dotation annuelle en francs-or, comme on l'a déjà fait prévoir dans le Rapport sur les exercices de 1924 et de 1925, adressé aux Gouvernements l'année dernière.

C'est encore la Commission des Comptes et des Finances qui aura à étudier cette question, certainement aussi importante que celle du montant de la dotation.

IV.

Le tableau ci-après inséré renferme, avec l'indication du montant des contributions pour les années 1920, 1921, 1922, 1923 et 1924, l'état des paiements pour les récents exercices.

[Le retard de versement de l'Uruguay est dû à une erreur d'interprétation dans le mode d'établissement de la dotation du Bureau par la Sixième Conférence générale. La Légation de l'Uruguay à Paris ayant insisté auprès du Bureau sur le fait que son Gouvernement n'avait pas ratifié la Convention, et qu'en conséquence il n'avait à verser que la somme de 500fr au lieu de 1250fr, que la nouvelle teneur de l'article 6 lui attribue, M. le Directeur a répondu que le montant de la dotation fixée par la Conférence était une simple adaptation à la nouvelle valeur de la devise française, et qu'elle avait été décidée antérieurement à toute révision de la Convention. La question est en suspens [1].]

[1] Pendant l'impression des *Procès-Verbaux*, la Légation de l'Uruguay a versé au Bureau la somme de 1250fr, qui a été attribuée à l'exercice 1922.

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS 1920.	CONTRIBUTIONS 1921.	CONTRIBUTIONS 1922–1924.	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.
1. Allemagne	11 061	10 822	23 838	III 21	X 21	VII 24	VII 24	VII 24
2. États-Unis	15 000	15 000	37 500	IX 21	XI 22	XI 22	II 24	V 25
3. République Argentine	1 396	1 401	3 087	IV 21	VII 24	VII 24	VII 24	VII 24
4. Autriche	1 239	1 244	2 400	VIII 21	X 22	X 22	IV 23	IV 24
5. Belgique	1 340	1 345	2 963	II 21	I 22	III 23	X 23	—
6. Brésil	»	4 665	10 276	»	III 22	III 22	—	—
7. Bulgarie	768	771	1 903	II 21	XII 21	III 23	IV 23	VII 24
8. Canada	1 480	1 486	3 273	XII 20	IX 21	VII 22	XI 23	VIII 24
9. Chili	710	712	1 570	X 20	XI 23	XI 23	XI 23	VIII 25
10. Danemark	500	519	1 250	XII 20	VIII 21	II 22	II 23	II 24
11. Espagne	3 672	3 687	8 122	IX 21	II 23	XII 23	IV 25	—
12. Finlande	»	»	1 305	»	»	I 22	VII 23	II 24
13. France	7 995	8 025	17 760	III 21	XII 21	III 23	VII 23	II 24
14. Grande-Bretagne	8 158	8 189	18 041	X 20	VIII 21	II 23	VII 23	V 24
15. Hongrie	1 259	1 244	2 740	IX 21	IX 21	V 23	III 24	XI 24
16. Italie	6 498	6 494	14 305	XI 20	X 21	IV 22	IV 23	IV 24
17. Japon	10 063	10 103	30 476	VII 22	VII 22	VII 22	IV 23	IV 24
18. Mexique	2 676	2 686	5 917	XII 21	III 25	VIII 22	III 25	IV 25
19. Norvège	500	500	1 250	XII 20	IX 21	IX 22	VIII 23	II 25
20. Pérou	807	810	1 785	I 21	IX 23	XI 23	XI 23	—
21. Portugal	1 054	1 059	2 332	VI 21	XI 21	VII 23	X 23	IV 25
22. Roumanie	3 009	3 021	6 365	X 21	XII 21	VI 24	VI 24	VI 24
23. Russie	15 000	15 000	37 500	XI 22	II 22	VI 25	VI 25	VI 25
24. Serbie	2 124	2 132	56[illegible]0	IV 21	I 22	IV 22	III 23	IV 24
25. Siam	1 529	1 534	3 381	IV 20	II 21	XII 24	XII 24	—
26. Suède	1 023	1 027	2 262	II 21	XI 21	III 22	VII 23	V 25
27. Suisse	687	689	1 519	IV 20	II 21	III 22	IV 23	I 24
28. Tchécoslovaquie	»	»	5 089	»	»	II 23	VI 23	III 24
29. Uruguay	500	500	1 250	VII 21	XII 23	—	—	—

Je rappelle ici que, dans notre dernière session, nous avions décidé de liquider la contribution de l'Autriche et celle de la Hongrie pour l'année 1919. On a donc procédé à cette liquidation et l'Autriche, la Hongrie, l'Italie, la Roumanie et la Serbie ont versé leur part des contributions arriérées. Pour la Pologne et la Tchécoslovaquie, cette part est comprise dans la contribution d'entrée.

V.

Voici maintenant la liste des États qui ont déjà ratifié la Convention signée à Sèvres le 6 octobre 1921, dans l'ordre chronologique de leurs ratifications :

Bulgarie (1), Suisse, Danemark, Suède, Grande-Bretagne, Canada, Belgique, Norvège, Finlande, États-Unis, Italie, Japon, Hongrie, Russie.

En outre, la ratification par la Tchécoslovaquie et la Pologne résulte de leur adhésion à la Convention du Mètre.

Comme on le voit, la ratification marche très péniblement, et, après quatre ans, les États ayant sanctionné la Convention forment juste la majorité. C'est pour cette raison que, en même temps que le Rapport financier de l'année dernière, on a adressé aux États qui, à cette époque, n'avaient pas encore officiellement approuvé la susdite Convention, la prière de bien vouloir le faire dans le plus bref délai possible.

VI.

Nous sommes heureux de pouvoir enregistrer l'adhésion de la Pologne, à laquelle M. le Directeur s'est employé d'une manière tout particulièrement efficace. A cette occasion le bureau du Comité a adressé à Son Excellence M. l'Ambassadeur de la République Polonaise la lettre suivante :

---

(1) La ratification a été consignée dans la loi bulgare sur les Poids et Mesures, mais la notification au Ministère des Affaires étrangères n'avait pas encore été faite ; tel est le motif pour lequel la Bulgarie a été omise dans les précédents relevés.

Rome et Budapest, le 5 juillet 1925.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Au nom du Comité international des Poids et Mesures, nous tenons à exprimer à Votre Excellence la vive satisfaction que nous a causée l'annonce de l'adhésion de la République Polonaise à la Convention du Mètre, et à souhaiter à Votre Pays une cordiale bienvenue dans l'Association des États que lie cet acte international.

Des relations suivies se sont déjà établies entre certaines organisations techniques de Votre Pays et le Bureau international. Notamment des déterminations du domaine de la Géodésie ont été exécutées au Bureau, afin de permettre de relier au réseau mondial les mesures exécutées sur le territoire de la République Polonaise, et des règles étalons, actuellement à l'étude, seront prochainement transmises au Bureau Central des Poids et Mesures de Varsovie. Dans l'avenir les relations heureusement commencées pourront se multiplier pour le progrès de l'œuvre instituée par la Convention du Mètre.

Nous saisissons cette occasion pour prier Votre Excellence d'agréer les assurances de notre très haute considération.

Au nom du Comité international :

Le Secrétaire, LOUIS DE BODOLA.

Le Président, VITO VOLTERRA.

L'Ambassade de Pologne a répondu par la lettre suivante :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Je suis vivement touché par les souhaits de bienvenue que vous avez bien voulu m'exprimer à l'adresse de mon pays à l'occasion de l'adhésion de la République de Pologne à la Convention du Mètre, et je serais très heureux de voir se continuer et se multiplier les relations entre la Pologne et les pays signataires de cette Convention, en vue d'une collaboration utile et fructueuse dans ce domaine.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, les assurances de ma haute considération.

A. SZEMBEK.

VII.

La Convention du Mètre qui a donné naissance au Bureau international des Poids et Mesures, et à laquelle nous devons l'honneur de siéger ici en Comité, fut signée à Paris, il y a eu cinquante ans le 20 mai dernier.

Le bureau du Comité a été d'avis de remettre la célébration de ce cinquantenaire à la prochaine Conférence générale, lui réservant ainsi l'occasion de fêter elle-même l'œuvre monumentale de sa première réunion.

Nous aurons à nous occuper des modalités de cette célébration et de la fixation de la date d'ouverture de la Conférence, qui devra être portée à la connaissance des Gouvernements, en même temps que les propositions du Comité, concernant l'augmentation de la dotation annuelle et les autres questions que la prochaine Conférence aura également à résoudre.

M. le Président remercie M. le Secrétaire de son si intéressant Rapport; la discussion en aura lieu dans les séances des Commissions et en séance plénière.

L'ordre du jour appelle ensuite la nomination des Commissions. M. le Président propose de les constituer de la façon suivante :

Commission des Comptes et des Finances :

MM. Kargatchin, Mac Mahon, Tanakadate.

Commission des Instruments et des Travaux :

MM. Appell, Gautier, Isaachsen, Kösters, Torres y Quevedo.

Ces propositions ayant été adoptées, M. le Président invite les deux Commissions à se constituer à l'issue de la séance et à se réunir le plus tôt possible. Il rappelle que

MM. les membres du Comité peuvent tous assister, non seulement aux séances de la Commission dont ils font partie, mais aussi à celles de l'autre Commission.

M. le Président fixe la date de la prochaine séance plénière au samedi 26, à 15^h.

La séance est levée à 18^h 10^m.

PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

Samedi 26 septembre 1925.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, ISAACHSEN, KARGATCHIN, KÖSTERS, MAC MAHON, TANAKADATE.

La séance est ouverte à 15^h.

Le procès-verbal de la première séance est lu et adopté sans observations.

M. le PRÉSIDENT annonce qu'à la suite de la délibération prise à la séance précédente, le bureau du Comité a écrit à M. Lesigne pour lui exprimer les sentiments du Comité à son égard.

M. le PRÉSIDENT prie la *Commission des Comptes et des Finances* de présenter son premier Rapport. Sur l'invitation de M. Mac Mahon, président de la Commission, M. Kargatchin, rapporteur, donne lecture du Rapport suivant :

Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

La Commission, composée de MM. Kargatchin, Mac Mahon, et Tanakadate, s'est réunie une première fois, le 22 septembre, au Pavillon de Breteuil, pour se constituer. Elle a nommé M. Mac Mahon président et M. Kargatchin rapporteur.

Elle a ensuite examiné les comptes du Bureau, ainsi que les documents originaux, et a trouvé que tout est dans un ordre parfait; elle propose donc au Comité de donner décharge au Directeur, M. Guillaume, pour sa gestion de 1923 et 1924.

Le Rapporteur,
C. Kargatchin.

Le Président,
P.-A. Mac Mahon.

M. le Président remercie M. le Rapporteur et met aux voix la conclusion de ce Rapport; *le Comité approuve à l'unanimité les comptes du Bureau international des Poids et Mesures pour les exercices de* 1923 *et* 1924, *et en donne décharge pleine et entière à M. le Directeur.*

M. le Président invite alors la *Commission des Instruments et des Travaux* à présenter son Rapport. M. Gautier, président de cette Commission, prie M. Isaachsen, rapporteur, de donner lecture du Rapport suivant :

Premier Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

La Commission, composée de MM. Appell, Gautier, Isaachsen, Kösters et Torres y Quevedo (non encore arrivé) s'est constituée au Pavillon de Breteuil, le 22 septembre. Elle a nommé M. Gautier président et M. Isaachsen, rapporteur.

Elle a tenu en outre deux séances les 23 et 25 septembre. Tous les membres du Comité présents à Paris ont assisté à ces séances.

Y ont également assisté, comme invités, MM. Pérard, Maudet et Volet.

En ouvrant la première séance de la Commission des Travaux, le Président tient à remercier le Directeur du Bureau et ses collaborateurs pour le zèle et le dévouement dont ils ont fait preuve dans l'exécution des travaux du Bureau malgré les difficultés des temps actuels.

Le Directeur du Bureau a donné alors des renseignements sur les nouvelles précautions prises pour sauvegarder les étalons contre le risque d'un vol par effraction.

La Commission a visité ensuite les instruments disposés dans l'observatoire, particulièrement les éléments du nouveau comparateur à dilatation, qui sera monté prochainement, les dispositifs nouveaux de l'appareil Fizeau, l'appareil microphotographique, le four à chauffage électrique et la nouvelle base géodésique. Cette base lui a paru de tous points devoir donner rapidement des résultats corrects. La base secondaire est utilisée de manière à permettre d'exécuter commodément les observations dans des conditions identiques à celles qu'on rencontre sur le terrain. L'ensemble de ces installations est maintenant digne de figurer à côté des autres instruments du Bureau.

M. Pérard a donné des renseignements sur les détails techniques de ses travaux : indice de réfraction de l'air, détermination des étalons en quartz. Après cette communication, MM. Guillaume, Tanakadate et Kösters ont fait quelques remarques à propos des problèmes soulevés.

Les travaux futurs proposés par la Commission sont les suivants :

1° Une détermination directe de la dilatabilité d'au moins deux règles avec l'ancien et le nouveau comparateur à dilatation. Cette détermination a paru nécessaire à la Commission pour découvrir les causes de la divergence des mesures avec l'appareil Fizeau, et si possible de l'éliminer. Lorsque la dilatation sera suffisamment bien connue, on pourra donner une équation améliorée de ces règles, ce qui serait d'une grande importance, en particulier pour fixer la relation du Yard au Mètre et pour donner la longueur des ondes lumineuses.

Conjointement, on devra faire des observations à l'appareil Fizeau, en ne déterminant la dilatation que d'une faible fraction des vis du trépied, ce qui permettra de déduire la dilatation de ces dernières d'une expérience différentielle.

2° Le kilogramme n° 1 ayant subi des avaries à la suite d'un accident survenu pendant une pesée, la Commission après avoir fait une inspection du kilogramme, a décidé de proposer au Comité la résolution suivante :

Le kilogramme n° 1 ne peut plus servir comme témoin du kilogramme prototype international, mais doit être remplacé par le kilogramme n° 7, le seul qui reste de la série sanctionnée en 1889 par la Première Conférence Générale. Il y aura une soulte à payer : 1500fr probablement.

3° La Commission a pris connaissance de la lettre circulaire envoyée par le Bureau aux laboratoires spécialement compétents à propos de la question de l'unification internationale de l'échelle thermométrique.

Les Instituts nationaux ont promis leur collaboration : la Reichsanstalt, le National Physical Laboratory, le Bureau of Standards, le Laboratoire Cryogénique de Leyde. M. Keesom, co-directeur de ce dernier fait en ce moment une étude sur l'échelle thermométrique déduite du thermomètre à gaz ; lorsque cette étude sera achevée, on pourra rédiger un rapport sur toute la question.

La Commission recommandera au Comité de préparer une Conférence thermométrique qui pourrait se réunir conjointement avec la Septième Conférence générale.

4° Conformément à la décision de la Sixième Conférence, le Bureau a continué à rassembler les documents sur les unités électriques. Mais la charge de travail qui lui incombe ne lui a pas permis de procéder jusqu'ici à leur étude détaillée.

Le Rapporteur,
D. Isaachsen.

Le Président,
R. Gautier.

M. le Président remercie M. le Rapporteur et met en discussion les conclusions de ce Rapport.

La première résolution concernant la détermination directe de la dilatabilité d'au moins deux règles avec l'ancien et le nouveau [illegible] à dilatation, est adoptée à l'unanimité.

Quant à la deuxième proposition de remplacer comme témoin du Kilogramme international le kilogramme n° 1

par le kilogramme n° 7, M. Guillaume fait remarquer qu'on pourrait rendre le kilogramme n° 1 en échange du kilogramme n° 7, qui appartient au Conservatoire national des Arts et Métiers, et qu'ainsi le Bureau n'aurait à payer que les frais d'ajustage du kilogramme n° 1, soit environ 1500fr. Il croit pouvoir assurer le Comité que cet échange sera agréé par le Conservatoire.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

M. le Président met ensuite en discussion la troisième et dernière proposition, concernant la Thermométrie, qui est adoptée à l'unanimité.

M. le Président propose, d'autre part, de réunir au Bureau la Conférence de Thermométrie, quelques jours avant la prochaine Conférence générale des Poids et Mesures, et de charger M. le Directeur du Bureau de préparer cette Conférence. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. le Président estime qu'à l'occasion du cinquantenaire de la Convention du Mètre, il y a lieu de prévoir la publication d'un Volume commémoratif, contenant des travaux scientifiques et historiques. On pourrait solliciter dans ce but la collaboration de divers savants qui ont pris part aux travaux du Bureau et d'autres hommes de science.

M. le Président demande au Comité s'il veut bien confier à M. le Directeur du Bureau, le soin de préparer cette publication. Il fait remarquer également que la *Commission des Comptes et des Finances* devra s'occuper de trouver les fonds nécessaires à la publication de ce Volume.

Ces propositions sont adoptées à l'unanimité.

A propos de cette célébration du cinquantenaire, M. le Président pense qu'on pourrait tenir une séance solennelle coïncidant avec la séance d'ouverture de la prochaine Conférence générale. Cette séance, pour laquelle on solliciterait la participation du Gouvernement français, comporterait des discours d'un certain nombre de délégués.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité, et le Comité charge son bureau et M. le Directeur d'organiser, le moment venu, les détails de cette solennité.

M. Tanakadate informe le Comité qu'au cours du cataclysme qui a détruit, en 1923, une partie de la ville de Tokyo, les trois mètres prototypes appartenant au Japon ont pu être sauvés, mais que les certificats relatifs à ces trois mètres ont été anéantis. Il demande en conséquence au Comité s'il serait possible de les remplacer par des certificats identiques.

M. Guillaume craint qu'on ne puisse délivrer de certificats tout à fait semblables aux précédents ; à l'origine, ceux-ci consistaient en formules gravées, dont on remplissait les blancs, et qui étaient signées par le Général Ibañez et le Docteur Hirsch, alors président et secrétaire du Comité. M. le Directeur ne croit pas qu'il existe encore de ces formules au Bureau. On ne pourra donc donner que des copies conformes, qui seront contresignées par le bureau actuel du Comité.

M. Gautier demande si les mètres du Japon ont été vérifiés récemment.

M. Guillaume répond qu'un d'entre eux a été soumis à la vérification, mais que seule la prochaine Conférence générale pourra ratifier la nouvelle équation. Il ajoute, à ce propos, que les pays qui n'ont pas encore fait participer leurs étalons à la vérification périodique sont : l'Autriche, la Bavière, le Portugal, la Roumanie et la Russie.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 15h 40m.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Mercredi 30 septembre 1925.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. de Bodola, Gautier, Guillaume, Isaachsen, Kargatchin, Kösters, Mac Mahon, Tanakadate.

La séance est ouverte à 15h 15m.

Le procès-verbal de la deuxième séance est lu et adopté.

M. le Président a rendu visite à M. Appell, qui est actuellement en bonne voie de convalescence. Ce dernier lui a exprimé son vif regret de ne pouvoir prendre part aux séances de la présente session du Comité et l'a prié de faire part à tous ses collègues de ses sentiments de cordialité. En le remerciant en leur nom, M. le Président lui a transmis les vœux du Comité pour le prompt et complet rétablissement de sa santé.

M. le Président prie la *Commission des Comptes et des Finances* de présenter son deuxième Rapport. M. Kargatchin, rapporteur, donne lecture du document suivant :

Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

La Commission a tenu une seconde séance le 29 septembre. Tous ses membres étaient présents, ainsi que les autres membres du Comité actuellement à Paris.

1° La Commission a pris connaissance des résultats obtenus dans la hausse automatique des traitements et salaires, par l'application de l'indice de cherté de vie, introduit par une décision prise par correspondance, sur lettre-circulaire du bureau du Comité en juin 1924. L'économie de cette opération consiste à faire la moyenne des indices officiels de cherté de vie pendant un semestre, et de l'appliquer, comme hausse des traitements et salaires pour le semestre suivant. L'indice de base est celui de juin 1924, soit 370.

On a trouvé pour le deuxième semestre de 1924, l'indice moyen 380, et, pour le premier semestre de l'année courante, 413,7, ce qui a conduit aux augmentations respectives de 3 pour 100 et de 11,8 pour 100.

Pour l'avenir, la Commission propose d'établir l'indice moyen par trimestre, et de poursuivre son application automatique aussi longtemps que l'on restera dans les limites des possibilités financières du Bureau.

2° La Commission a décidé de proposer au Comité de reviser l'indemnité pour charges de famille, et d'appliquer le barème suivant pour les enfants jusqu'à l'âge de 18 ans :

1er enfant................	40fr
2e »	55
3e »	70
4e » et suivants......	95

L'indice du prix de la vie s'applique également à ces charges de famille.

3° La Commission décide de proposer au Comité d'accorder aux personnes bénéficiant d'une pension une augmentation fixée, une fois pour toutes, à 10 pour 100.

4° Le Règlement annexé à la Convention du Mètre, et modifié par la Conférence de 1921, prévoyant à son article 6 que le Comité peut, par un vote unanime, accroître la partie fixe de la dotation

du Bureau jusqu'à la somme annuelle de 300 000^{fr}, la Commission propose au Comité cet accroissement — plus que justifié par la baisse continue du franc — pour les deux années qui nous séparent encore de la prochaine Conférence Générale et pour les pays ayant ratifié la Convention de 1921.

5° Afin d'assurer au Bureau la stabilité financière nécessaire à son fonctionnement, la Commission propose au Comité de soumettre à la Septième Conférence Générale, une motion tendant à fixer la dotation, ainsi que toutes les dépenses du Bureau, en francs-or. La dotation telle qu'elle avait été fixée par un vote de la Sixième Conférence étant basée sur la valeur de la devise française à l'époque *de sa réunion*, savoir *à très peu* près 0,50, on restera dans les intentions de la Conférence, en lui demandant de modifier comme suit la première phrase du deuxième alinéa de l'article 6 du Règlement :

« La partie fixe est, en principe, de 125 000 francs-or, mais peut être portée à 150 000 francs-or par décision unanime du Comité. »

Dans le cinquième alinéa de cet article 6, la somme de 300 000^{fr} est remplacée automatiquement par 150 000 francs-or.

6° Le Comité ayant décidé de commémorer le Cinquantenaire de la Convention du Mètre à l'occasion de la prochaine Conférence Générale des Poids et Mesures, la Commission prévoit pour les frais de cette solennité, en y comprenant le prix d'un Volume jubilaire, la somme de 30 000^{fr} à répartir entre chacune de deux années à venir.

7° Pour le calcul de la dotation, nous devons tenir compte de l'adhésion de la Pologne et de la Tchécoslovaquie à la Convention du Mètre. Lorsque tous les États auront ratifié la Convention, la dotation atteindra 318 436^{fr}. Mais, les États qui n'ont pas ratifié ne sont encore tenus qu'à payer sur le taux de la dotation fondamentale de 250 000^{fr}. Ils auraient ainsi à verser 93 713^{fr} au lieu de 112 455^{fr}. Le déficit pourrait être de 18 742^{fr}. La différence, soit 299 693^{fr}, serait donc le montant de la dotation totale, au cas où seuls les États ayant jusqu'à présent ratifié la Convention se considèreraient comme tenus de verser leur contribution sur le taux de 300 000^{fr}. Cette somme est un minimum, et ne peut qu'augmenter. Même on peut supposer que, sans avoir encore ratifié la Convention, les Etats tiendront à s'acquitter de leur quote-part sur le taux de 300 000^{fr}.

En outre, les sommes déposées par le Bureau à la Caisse des

Dépôts et Consignations et dans les banques, sont productrices d'intérêts pour la somme d'environ 10 000^fr^. La caisse des retraites rembourse chaque année au Compte III, environ 9000^fr^. La somme dont dispose en totalité le Compte III serait d'environ 318 700^fr^.

Mais d'autre part, nous devons supposer un accroissement du prix de la vie qui, par le mécanisme automatique de l'indice, accroîtra les salaires et les autres dépenses du Bureau. La Commission a donc cru devoir proposer au Comité un Budget de dépenses qui ne prévoit pas dès maintenant la dépense totale des recettes.

Le projet du budget établi par la Commission est donc le suivant :

A. *Personnel* (1) :	
Directeur	43 600^fr^
Adjoints	83 000
Bibliothécaire-comptable, Assistants, Mécaniciens, Calculateurs, Dactylographe, Garçons de bureau	67 600
B. *Indemnité du Secrétaire*	8 000
C. *Frais généraux d'administration* :	
Entretien des bâtiments	20 000
Machines et instruments	6 000
Frais de chauffage et d'éclairage	16 000
Concession d'eau	200
Primes d'assurances	1 200
Bibliothèque	5 000
Frais d'impressions et de publications	15 000
Frais de Bureau et Secrétariat	4 000
Frais divers et imprévu	6 000
Préparation du Cinquantenaire	15 000
Total	290 600

Nous avons, dans ce projet, réduit autant que possible les frais divers et imprévus. Nous n'avons pas mentionné les installations nouvelles, dans l'idée qu'elles pourront être imputées au Compte I. Quant à la somme de 1500^fr^ prévue comme soulte pour l'échange du kilogramme n° 1 contre le kilogramme n° 7, elle pourra être

(1) Dans les comptes relatifs au personnel, on a supposé le taux du prix de la vie majoré de 11,8 pour 100 par rapport à juin 1924.

inscrite au Compte II qui possède encore des disponibilités suffisantes.

La Commission propose au Comité l'acceptation de ce projet de Budget.

Le Rapporteur,
C. KARGATCHIN.

Le Président,
P.-A. MAC MAHON.

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Rapporteur et met en discussion les propositions de ce Rapport.

Après un échange de vues, toutes les propositions de la Commission sont adoptées à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT prie la *Commission des Instruments et des Travaux* de présenter son deuxième Rapport.

M. ISAACHSEN, rapporteur, donne lecture du Rapport suivant :

Deuxième Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

La Commission a tenu encore deux séances les 26 et 29 septembre.

Elle a entendu en particulier les propositions de MM. de Bodola et Tanakadate.

La proposition de M. de Bodola a la forme suivante :

« Dans le but de faciliter, aux époques de vérifications périodiques des prototypes nationaux, une détermination directe des termes absolus des équations des prototypes du Mètre, qui soit indépendante des valeurs numériques des coefficients de dilatation, il paraîtrait indiqué de charger le Bureau de faire les études et les expériences nécessaires pour rendre plus commode et plus précise la comparaison des règles à la température de définition des prototypes du Mètre en platine iridié, c'est-à-dire à 0°, température à laquelle toutes les équations de ces prototypes se réduisent à leurs termes absolus. »

La Commission propose l'adoption au Comité.

M. Tanakadate a fait des suggestions à la Commission à la suite de l'accident survenu le 25 juin 1925 à la balance Ruepreclt. L'une se rapporte à la balance elle-même, l'autre aux amélio-

rations qu'il y aurait lieu d'apporter à une nouvelle balance de haute précision lorsque le Comité pourra songer à en acquérir une.

Voici le texte de M. Tanakadate :

« 1° Prenant en considération l'accident regrettable mentionné dans le rapport de M. le Directeur, il nous paraît désirable que le Comité, s'il est possible, émette des suggestions concernant le perfectionnement de la balance Rueprecht en vue de protéger son fonctionnement contre de pareilles mésaventures dans l'avenir.

» 2° Depuis que la balance Rueprecht a été introduite pour la comparaison des étalons de masse, elle est devenue un instrument classique, et son emploi dans les laboratoires métrologiques s'est beaucoup répandu. Il est fort probable que des accidents semblables ont dû se produire dans d'autres endroits, bien qu'ils n'aient pas été publiés.

» 3° L'échange des poids, dans le système Rueprecht, est exécuté à l'aide de deux paires de plateaux dont toutes les surfaces supérieures sont dans des plans horizontaux, si bien que rien n'empêche les poids de glisser de côté si une force latérale entre en jeu sur l'un ou sur les deux poids. Les forces qui peuvent être prévues sont : les composantes de la gravitation dans le cas où l'un des plans pourrait être légèrement incliné, ou l'accélération angulaire ainsi que la force centrifuge dans le cas où la manipulation serait faite trop précipitamment, ces deux actions pouvant se produire ensemble ou séparément. De plus, le procédé de l'échange au moyen de trois mandrins manipulés dans un ordre de succession convenu est plutôt compliqué, une confusion dans l'ordre de leur emploi pouvant conduire à un accident.

» 4° Il peut être facilement remédié au premier défaut, en plaçant, par exemple, quatre petites chevilles courtes autour des poids, sans y toucher; quant au deuxième, en réduisant les trois mandrins à un seul, qui ferait la série des opérations nécessaires dans l'ordre prescrit, par l'intermédiaire d'un groupe d'engrenages.

» 5° L'échange des poids en deux temps : d'abord les transporter sur la plaque tournante, et ensuite les faire tourner, est inutile. Les deux opérations peuvent être exécutées en un seul temps si les croix de transport sont construites pour servir directement de plaques tournantes, étant unies par le centre; autrement dit, les plaques tournantes elles-mêmes peuvent être construites sur le modèle des croix de transport en les munissant d'un mécanisme pour le mouvement vertical, comme c'est le cas dans la balance Bunge.

» Cela augmenterait presque du double le rayon du tour en comparaison du rayon actuel et nécessiterait l'emploi d'une cage de protection plus grande. Dans le cas où il y aurait des objections concernant cette cage, on pourrait alors faire des bras de plateaux variables, soit au moyen de tirage, soit au moyen d'attaches. »

M. Tanakadate présente un modèle en carton d'un dispositif pour transporteur qui pourrait servir dans le cas d'une future balance de haute précision.

La Commission propose au Comité de renvoyer ces suggestions à M. le Directeur du Bureau en le priant d'en tenir compte dès maintenant en ce qui concerne la balance de Rueprecht, afin qu'il la modifie quelque peu pour éviter à l'avenir des accidents analogues à celui qui s'est produit.

Le Rapporteur,
D. ISAACHSEN.

Le Président,
R. GAUTIER.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur les propositions de ce Rapport.

La proposition de M. DE BODOLA, concernant la détermination directe des termes absolus des équations de Mètres prototypes, est adoptée à l'unanimité.

Au sujet de la proposition de M. TANAKADATE, concernant la balance Ruprecht, M. GUILLAUME annonce qu'il a fait examiner encore une fois cette balance, ce qui a permis de constater une très légère inclinaison du transporteur. D'autre part, il a recommandé d'utiliser dorénavant pour les pesées, des faux-plateaux légèrement concaves.

Après ces observations, la proposition de M. TANAKADATE est adoptée à l'unanimité.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à $17^h 15^m$.

PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE,

Vendredi 2 octobre 1925.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, ISAACHSEN, KARGATCHIN, KÖSTERS, MAC MAHON, TANAKADATE.

La séance est ouverte à $15^h 20^m$.

Le procès-verbal de la troisième séance est lu et adopté.

M. GUILLAUME rappelle qu'avec l'autorisation du Comité il a retiré du coffre-fort des prototypes le Mètre Type n° I et le kilogramme n° 7. Le premier sert actuellement à la prise de photographies avec un fort grossissement, et le directeur demande qu'il reste à sa disposition jusqu'à ce que les résultats obtenus soient tout à fait satisfaisants. Le kilogramme n° 7 remplace provisoirement le kilogramme n° 1. Le Mètre Type n° I, ainsi que le kilogramme n° 7 pourront être remis ultérieurement ensemble dans le coffre-fort des prototypes.

M. DE BODOLA propose au Comité de décider qu'on ne touchera plus au kilogramme n° 7 jusqu'à la décision de la Conférence à l'égard du remplacement du kilogramme n° 1 par ce kilogramme, comme témoin du Kilogramme international.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. le Président prie le Comité de se rendre au caveau pour la visite réglementaire du Dépôt des prototypes internationaux. La séance est suspendue dans ce but.

A la reprise de la séance, M. Guillaume donne lecture du procès-verbal suivant constatant les résultats de cette visite :

Procès-Verbal.

Le 2 octobre 1925 à 16h, en présence des Membres du Comité international présents à la Séance de ce jour, et du personnel du Bureau, il a été procédé à la visite du dépôt des prototypes métriques internationaux.

Les deux portes de fer du caveau ayant été ouvertes, on a constaté la présence, dans le coffre-fort, des prototypes métriques et de leurs témoins, à l'exception du Mètre Type I et du kilogramme n° 1.

Sur les instruments météorologiques enfermés dans le coffre fort on a relevé les indications suivantes :

Thermomètre à mercure et alcool maximum et minimum :

Température maxima...............	13°, 8
Température minima...............	9°, 0

Thermomètre Tonnelot à mercure :

Température actuelle...............	12°, 6

Hygromètre à cheveu : 95 pour 100.

On a constaté que la pression de l'air dans le tube de laiton fermé contenant le témoin n° 13, était inférieure de 750mm à la pression atmosphérique de ce jour, c'est-à-dire qu'elle n'a pas sensiblement changé depuis que le témoin n° 13 a été réintégré dans le coffre-fort.

Le Mètre Type I reste pendant quelque temps encore à la disposition du Bureau. Quant au kilogramme n° 1, il a subi l'accident mentionné dans les procès-verbaux et, pour cette raison, cesse d'être témoin du Kilogramme international. Il sera probablement remplacé par le kilogramme n° 7.

On a ensuite refermé le coffre-fort ainsi que les portes du caveau.

Le Secrétaire,
L. DE BODOLA.

Le Président,
VITO VOLTERRA.

M. le PRÉSIDENT demande au Comité l'autorisation de laisser entre les mains de M. Appell l'exemplaire d'une des clés dont il a la garde et qu'il lui a déjà remise en 1923, d'après la décision du Comité.

Cette autorisation lui est accordée.

M. le PRÉSIDENT constate que l'ordre du jour de la session est épuisé, si aucun des membres n'a de nouvelles propositions ou communications à faire.

Conformément à la coutume suivie lors des précédentes sessions, le Comité, sur la proposition de M. Gautier, autorise son bureau à approuver le procès-verbal de la présente et dernière séance.

M. GAUTIER tient, avant la clôture de cette session, à exprimer à M. le Président, à M. le Secrétaire et à M. le Directeur du Bureau les remerciements de leurs collègues pour la façon distinguée dont ils ont organisé puis conduit les nombreuses séances de la session de 1925. Le Comité était réduit à un nombre restreint de ses membres, par suite de l'absence regrettable et regrettée de plusieurs d'entre eux retenus chez eux par la maladie : MM. Appell, Fredholm, Pasquier, Stratton et Torres y Quevedo, dont les avis compétents auraient été précieux. Mais grâce à l'activité du bureau du Comité et du Directeur, on est cependant arrivé à mettre au point toutes les questions que le Comité avait à élucider, spécialement en vue de la Septième Conférence générale de 1927. M. Gautier les en remercie chaleureusement.

M. le Président, au nom de M. le Secrétaire et au sien, exprime à M. Gautier sa reconnaissance pour ses aimables paroles. Sa tâche a été facilitée par l'esprit amical dans lequel les membres du Comité ont collaboré au cours de la présente session. Ils ont pensé au présent et à l'avenir.

Au présent d'abord, c'est-à-dire au programme des travaux du Bureau et à sa situation financière. Ses ressources sont hélas médiocres et à peine suffisantes à son fonctionnement, ce qui complique et rend parfois difficile la tâche du Comité. Celui-ci a tenu à se préoccuper de la situation matérielle du personnel, qui le mérite bien par le dévouement et le zèle avec lequel il s'acquitte de ses fonctions. Le Comité a fait tout ce qu'il a pu pour améliorer son sort, et il espère que le personnel poursuivra le travail avec le même enthousiasme, en conservant la même confiance dans la sollicitude du Comité.

A l'avenir ensuite, spécialement par la préparation de propositions financières dont on peut espérer l'acceptation par la prochaine Conférence générale.

Une fois délivré de ces soucis matériels, le Bureau, avec l'appui toujours cordialement empressé du Comité, pourra consacrer plus exclusivement ses efforts aux recherches scientifiques. Notre Institution vient d'achever avec honneur sa cinquantième année d'existence; la nouvelle période de 50 ans dans laquelle elle entre ne sera pas moins féconde en résultats.

M. le Président déclare close la session du Comité international des Poids et Mesures pour 1925.

La séance est levée à 17h.

Le Secrétaire,
L. de Bodola.

Le Président,
Vito Volterra.

ANNEXES AUX PROCÈS-VERBAUX

DISCOURS

PRONONCÉ

à la Sorbonne, le 29 mai 1925.

PAR M. CH.-ÉD. GUILLAUME

lors de la commémoration consacrée au Centenaire de la naissance
du général Ibañez de Ibero, marquis de Mulhacén.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,
MONSIEUR LE RECTEUR,
MESDAMES, MESSIEURS.

Au moment où l'œuvre instituée par la Convention du Mètre voit se clore le premier demi-siècle de son existence, jetons un regard en arrière et rendons un pieux hommage à ceux qui en furent les promoteurs, et qui surent entrevoir, dans les brumes de l'avenir, quelle serait sa destinée.

Dès l'année 1867, avait surgi, parmi les géodésiens, l'idée que la création d'un Mètre européen pourrait aider à l'unification dans les mesures de la Terre; et, en 1869, une délégation de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg proposa, à l'Académie des Sciences de Paris, une action commune en vue de l'établissement du Système métrique, sur une base internationale. Dans un rapport lu dans la séance du 23 août de cette même année, l'illustre Jean-Baptiste Dumas, rendant hommage à ses immortels fondateurs, concluait en demandant au Gouvernement français la réunion d'une Commission internationale pour élaborer le programme que l'on avait ébauché.

C'est cette Commission, qui, convoquée primitivement pour le mois d'août 1870, se réunit en septembre 1872, et ne se sépara qu'après avoir décidé de proposer aux Gouvernements la création du Bureau international des Poids et Mesures, et établi les traits généraux de son programme d'action.

Le 20 mai 1875, fut signée, à Paris, la Convention du Mètre, charte de fondation du Bureau. Mais, déjà, le Comité, dont la création était prevue par cette Convention, avait commencé ses travaux. Le procès-verbal de sa première réunion, du 19 avril 1875, porte les noms de Broch, Foerster, Govi, général Ibañez, Herr, Hirsch, Husny-Bey, général Morin, Stas, Wild, baron Wrede; parmi ces illustres savants, le général Ibañez et Adolphe Hirsch furent élus à l'unanimité comme Président et comme Secrétaire du Comité.

Ces deux hommes se complétaient admirablement. Ibañez était auréolé par le souvenir, encore tout récent, des grands travaux géodésiques qu'il avait accomplis, et il présidait avec une largeur de vues et une autorité auxquelles s'alliait une grande courtoisie, qualité maîtresse pour celui qui avait à diriger les débats d'une Commission internationale au cours de la période de réorganisation du monde dans laquelle on vivait alors. Hirsch avait, de son côté, une connaissance étendue des hommes et des choses, et était apte, avec sa fine diplomatie, à traiter les questions les plus délicates.

Déjà en 1873, le Bureau des Longitudes avait adressé au Gouvernement français un rapport établi par Yvon Villarceau, le priant d'appuyer, auprès de la Commission, l'étude des étalons géodésiques. On rentrait ainsi dans les travaux auxquels le général Ibañez s'était voué, et l'on faisait un large appel à ses compétences.

On sait quelles sont, depuis un peu plus d'un siècle, les étapes franchies par les appareils de mesure des bases.

Lorsque commencèrent les travaux qui devaient relier l'unité de longueur aux dimensions de la Terre, la thermométrie était peu avancée; Borda adopta donc le système bimétallique. Il construisit quatre règles d'une double toise, en platine et laiton, qui devaient être employées sur le terrain, et desquelles on devait ensuite déduire la longueur du mètre.

Ce fut d'abord une règle du même système qu'employa Ibañez; réalisée par le célèbre constructeur Brunner, elle représentait la plus grande précision que l'on put alors atteindre. Ibañez la mit à l'épreuve et constata bientôt qu'elle était délicate et sa manœuvre compliquée. Entre temps, la mesure des températures avait progressé: il put en venir à une règle monométallique munie de thermomètres, et c'est avec cet appareil que furent mesurées les neuf bases principales, qui assurèrent à la géodésie espagnole une place de premier ordre. Simplification des procédés, économie de

temps, moindres risques en campagne, précision élevée, tels sont les progrès inaugurés par la méthode et le matériel qu'Ibañez avait créés.

Lui qui a tant aimé la géodésie et à qui cette science doit les progrès considérables, que M. le Recteur de l'Académie de Paris et M. le Président de l'Union géodésique ont magistralement esquissés, combien ne se fût-il pas réjoui des simplifications qu'a subies la mesure des bases! L'emploi du fil d'invar réduit aujourd'hui à 2 pour 100 le coût d'une mesure telle qu'on la faisait au temps d'Ibañez, et en même temps laisse beaucoup plus de liberté pour le choix du terrain. Ce résultat, ne l'oublions pas, a été obtenu dans les laboratoires qu'il avait tant contribué à organiser, et auquel le Comité international, qu'il présidait, avait tracé un programme de travail qui s'est montré fructueux.

Demeurons un instant à l'œuvre accomplie au Bureau international.

Tout était à organiser, et il fallait d'abord choisir sa résidence. On hésitait entre Compiègne et Sèvres, où le Gouvernement français mettait à la disposition du Comité un des deux domaines nationaux qu'il offrait d'aliéner en faveur de l'œuvre mondiale projetée. Le Comité choisit le Pavillon de Breteuil, qu'il fallut en partie réédifier, car la récente guerre l'avait à peu près détruit. Il fallut aussi créer des laboratoires, sur une donnée nouvelle, et particulièrement adaptés aux recherches de précision. Ils devaient être soustraits aux trépidations, et établis de telle sorte que la température ambiante fût libérée des rapides variations, nuisibles à la précision des mesures. Si quelques modifications de détail ont, depuis lors, été apportées aux aménagements, la donnée essentielle en est demeurée parce qu'elle s'était montrée efficace; et s'il en est ainsi, c'est que le Comité présidé par Ibañez avait vu juste.

A qui veut connaître le labeur accompli par le Bureau jusqu'à la Première Conférence générale des Poids et Mesures, au sein de laquelle les étalons prototypes furent attribués aux États adhérents à la Convention, on ne saurait donner un meilleur guide que le Rapport même présenté par Ibañez à cette Assemblée le 24 septembre 1889. Ce Rapport constitue un tableau saisissant du programme déjà réalisé, et, par les vues qu'il donne sur l'avenir, laisse apercevoir les grandes lignes de son développement futur.

Pour les mesures de longueur, on avait installé quatre comparateurs répondant à des buts différents : comparaisons d'extrême-

précision des mètres prototypes, dilatation des règles de 1 mètre, comparaisons de longueurs quelconques, mesures des règles géodésiques; en outre, la méthode Fizeau, pour la mesure des dilatations, avait été l'objet d'une attention particulière. Pour les pesées, le Bureau possédait une collection de balances, alors unique, tant par leur précision que par leur diversité. Puis comme les résultats des pesées ou des comparaisons de longueur dépendent de la pression et de la température, on avait construit, sur des données nouvelles, des baromètres normaux qui ont servi de modèles souvent reproduits; enfin on avait poussé les études thermométriques à un point où certaines conclusions de Regnault se trouvaient renversées, et tel que les années écoulées depuis lors n'ont ajouté que peu de chose à notre connaissance du thermomètre à mercure.

La Conférence de 1889 marque une étape dans la métrologie. Et, pour qui sait combien les progrès de la Science sont lents à se manifester, c'est une surprise de voir quel chemin a été franchi par cette discipline en un intervalle de moins de trois lustres, grâce à la création d'un établissement qui lui était uniquement consacré, et dans lequel on avait rassemblé des compétences issues de partout. Les étalons ont été réalisés en grandes séries, grâce à la coopération de la Section française. Là, Henri Sainte-Claire Deville fut conduit par ses études sur les métaux à proposer le platine iridié comme matière des mètres et des kilogrammes, et Henri Tresca indiqua la forme à donner aux étalons de longueur pour leur assurer le maximum de rigidité compatible avec l'emploi d'une quantité donnée de métal.

Puis on avait établi le lien avec le passé, en comparant les étalons internationaux avec ceux des Archives de France, qui avaient été présentés, le 4 messidor An VII, au Conseil des Cinq Cents et au Conseil des Anciens, premiers étalons demeurés les témoins des temps héroïques du Système métrique.

Je retrouve avec bonheur dans mon souvenir l'image du Bureau international à la lointaine époque de ses débuts; on s'attachait alors à fixer les méthodes de la métrologie, et on les appliquait à l'étude des étalons, avec un idéal de perfection que les années n'ont certes pas affaibli, mais qui avait alors le privilège de tout ce qui est jeune et plein d'imprévu.

Le programme s'est élargi aujourd'hui, et le Bureau est toujours dans sa période de développement. Aux questions complètement élucidées ont succédé les recherches nouvelles; mais j'ai

senti mon cœur de métrologiste palpiter lorsque, après le grand cataclysme qui a fait osciller le monde sur ses bases, un mètre et un kilogramme nous sont revenus, qui après avoir suivi la retraite de l'Armée serbe, entre Belgrade et Corfou, traversé des montagnes à dos de mulet, et partagé le bivouac de soldats en détresse, furent retrouvés sans variation perceptible. J'ai mieux compris alors le sens profond de la devise inscrite au fronton du monument grandiose qu'est le Système métrique : « A tous les temps, à tous les peuples ! »

Saluons avec gratitude les noms des hommes qui ont réalisé ce lien entre les nations; souvenons-nous des fondateurs du Bureau international, créé afin que cette idée féconde reçût un soutien matériel, rappelons la grande part qu'urent Ole-Jacob Broch, premier directeur du Bureau, et Adolphe Hirsch, secrétaire du Comité international pendant le premier quart de siècle de son existence; inclinons-nous enfin en pensant au savant dont nous célébrons le centenaire, Carlos Ibañez de Ibero, Marquis de Mulhacén, à qui les siècles futurs voueront une durable reconnaissance, à mesure que se développeront les germes qu'il a semés.

LES PROTOTYPES DU ROYAUME DES SERBES, CROATES ET SLOVÈNES

Par M. Célestin KARGATCHIN,
membre du Comité.

(D'après la narration de M. Michel RADITCH.)

Les prototypes du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes sont ceux de l'ancien Royaume de Serbie, qui les avait reçus, en 1889, du Bureau international des Poids et Mesures. Ils ont eu, au cours de la Grande Guerre, une histoire tourmentée, comme le peuple serbe lui-même, dont les malheurs sont dans toutes les mémoires.

Il est intéressant pour les métrologistes de connaître les péripéties par lesquelles ils ont passé, sans éprouver d'altération appréciable. bien qu'il fut impossible d'observer les prescriptions relatives à leur conservation, en raison des conditions dans lesquelles se trouvaient l'armée et le peuple serbes.

La déclaration de guerre de l'Autriche à la Serbie et l'attaque de la frontière de cette dernière puissance étaient absolument imprévues. Dans les cercles officiels eux-mêmes on ne croyait point à l'imminence de la guerre, au moment où se produisit la catastrophe. C'est seulement dans la nuit où commencèrent les hostilités que les administrations de l'État, les banques et divers autres établissements, s'occupèrent de transporter, vers Nisch et d'autres villes de l'intérieur du pays, l'argent et les objets précieux. Les deux étalons prototypes, le mètre et le kilogramme étaient, dans le désarroi général, restés à Belgrade, le fonctionnaire chargé de la Section des Poids et Mesures étant justement absent. C'est seulement après quelques jours de bombardement de divers quartiers de la capitale par l'artillerie austro-hongroise, que ce fonctionnaire rentra. Il prit alors le mètre et le kilogramme, et les transporta, avec le concours des équipages militaires, à Nisch, deuxième ville de l'ancienne Serbie, où se trouvait alors le Trésor. Ce transport eut lieu dans les conditions les plus difficiles et les plus défavorables. Les gares de Topschider et de Rakovitza se

trouvant sous le feu de l'artillerie ennemie, les trains allaient seulement jusqu'à Ralja, petite ville à 35^{km} de Belgrade, où s'opéraient la mobilisation de l'arrondissement de Belgrade et la concentration des troupes. Le chemin de Belgrade à Ralja fut parcouru par le fonctionnaire dans un fiacre, les prototypes reposant dans leurs étuis d'origine. A Ralja, ils furent installés dans un wagon de marchandises, le service des voyageurs étant suspendu, et posés sur le plancher. Assis à côté d'eux, le fonctionnaire mit 36 heures pour atteindre Nisch, où il arriva vers minuit. En temps normal, ce trajet s'effectue en 8 à 9 heures. Il n'y avait à la gare aucun commissionnaire, et le convoyeur dut porter lui-même son précieux chargement à travers la ville obscure, par des rues inconnues.

A bout de forces et butant à chaque instant, il sentit tout à coup les deux étuis glisser de son épaule et les entendit tomber sur le pavé avec un bruit sourd. Les ayant ramassés, il se mit en quête d'un logis. Mais les hôtels étaient déjà bondés et il dut passer la nuit dans un café. Le lendemain seulement, il lui fut possible de remettre son trésor à la caisse du Ministère de l'Intérieur, qui le conserva jusqu'au moment de l'attaque bulgare, à l'automne de 1915. A cette époque, le Ministère en question et les autres Administrations de l'État durent évacuer Nisch.

C'est alors que commença, pour les prototypes serbes, la seconde étape de la fuite. Elle fut difficile. Le caissier du Ministère ayant reçu l'ordre d'emmener à Kraljevo, petite ville du sud-ouest de la Serbie, tous les articles de valeur, enferma le mètre et le kilogramme dans une malle avec des livres et différents documents, et les emmena par chemin de fer.

Le séjour des prototypes à Kraljevo fut de courte durée. L'avance des troupes austro-hongroises, allemandes et bulgares obligea le Ministère et les Administrations à pénétrer plus avant encore dans le pays, en des régions conquises à la suite de la guerre des Balkans. La malle des prototypes fut chargée sur un chariot à bœufs, et s'en fut par des routes défoncées. Hommes et bêtes eurent à supporter d'indicibles souffrances. Le ciel nuageux déversait sans arrêt une pluie glacée qui ramollissait les routes surchargées de transports militaires et de convois de blessés, encombrées de fuyards. Le canon grondait de tous côtés. Plus que tous, les hommes de l'escorte des prototypes eurent à souffrir. A un endroit de la route, qu'il était impossible de traverser, et où se trouvait en panne un transport militaire, le chef de ce convoi voulut forcer, revolver au poing, le caissier du Ministère et ses compagnons à

dételer leurs bœufs pour porter secours à ses voitures en détresse. Il renonça à ce projet en apprenant en quoi consistait le chargement. Les prototypes, une fois dégagés, prirent la route de Mitrovitza et poursuivirent leur exode par Prizren et Djakovica vers Ipek.

A Ipek, commence la troisième et la plus rude période de l'émigration. A ce moment la plus grande partie de l'armée serbe se retirait, escortée de fugitifs nombreux, et se dirigeait vers le Monténégro à travers une contrée sauvage, coupée de montagnes sans routes praticables aux voitures. On n'avait à sa disposition que d'étroits sentiers serpentant entre les rochers, le long des lits des torrents, grossis par la pluie, et bondissant par dessus des blocs escarpés dans des gouffres sans fond. Ces sentiers n'étaient utilisables que pour les hommes et de petits chevaux de montagne légèrement chargés. C'est par des chevaux de cette espèce et des ânes que s'effectua le transport des marchandises les plus précieuses, en particulier celui du mètre et du kilogramme. Le convoyeur se procura un cheval et deux ânes et équilibra du mieux qu'il put ses bagages. La caisse des prototypes dut être changée pour plus de commodité. Cependant, malgré les précautions prises, elle bascula, son poids étant trop considérable. Il fallut retirer le mètre et le kilogramme et les placer, enveloppés de chiffons, dans un simple sac qu'on logea sur le dos du petit cheval, entre deux ballots formant bât. Et le voyage continua. Chevaux et ânes grimpaient le long des sentiers, cheminant avec lenteur. De temps à autre il en tombait dans les précipices, à la suite de faux pas, entraînés par les fardeaux auxquels ils n'avaient point été habitués. On retrouva plus tard de nombreux cadavres le long des torrents courant au fond des abîmes. A côté, gisaient des caisses démolies, portant les noms des administrations auxquelles elles avaient appartenu. A Ipek et à Podgoritza, petites villes du Monténégro, il fallut passer la nuit au bivouac. Le soir on descendait les caisses pour les recharger le lendemain matin. L'escorte, surmenée et à bout de forces, ne pouvait naturellement pas veiller sur ses colis avec toute l'attention désirable; aussi, en cours de route, un bon nombre de caisses disparurent, précipitées dans les anfractuosités du sol par les convoyeurs lorsqu'ils se sentaient sûrs de ne pas être vus. Il serait d'ailleurs difficile de garder rancune à ces malheureux, à bout de forces, affamés et transis.

Dans de pareilles circonstances, on ne pouvait guère s'occuper des prototypes ni songer à leur valeur. La montagne était

couverte de neige; un vent âpre et froid, soufflant en rafales, cinglait les visages et les couvrait d'une fine poussière de glace. Le thermomètre était très bas. De temps à autre on entendait le bruit sec des arbres se brisant sous l'action de la gelée. Au petit village de Kutchichte, dans le Tschakor, les bouteilles dans lesquelles on transportait l'eau se brisent. Les caissiers des ministères et leur escorte sont obligés de passer la nuit dans une maison en ruines et sans toit, serrés les uns contre les autres, enveloppés de couvertures, de manteaux, de tout ce qu'ils peuvent trouver pour se protéger contre les morsures du froid. Enfin on arrive à Podgoritza, puis à Scutari, où les objets de valeur et les prototypes sont enfin déposés à la Caisse principale de l'État.

De Scutari, les prototypes partent de nouveau. C'est leur quatrième voyage. La Caisse principale de l'État a fait confectionner à leur intention des boîtes convenables dans lesquelles ils sont soigneusement emballés et scellés. Ils sont incorporés dans un convoi de valeurs qui se dirige sur San Giovanni de Medua, puis s'embarque pour les îles grecques, où l'armée serbe a reçu asile et se remet de ses fatigues.

Les prototypes demeurent à Corfou jusqu'après l'attaque victorieuse des Alliés. Leur odyssée est terminée. Ils s'embarquent en vue du retour. Le bateau les mène à Raguse, où ils prennent le train pour Belgrade. Il faut cependant constater que dans le trajet de San Giovanni de Medua à Corfou, et dans le retour de Corfou à Raguse, le mètre et le kilogramme ne furent pas traités avec beaucoup d'égards. Ils voyagèrent comme des marchandises ordinaires, bousculés et ballottés comme une cargaison vulgaire; c'est que, après la guerre, la nature des hommes était devenue violente et brutale. Aussi est-ce presque miracle qu'après de telles pérégrinations les étalons serbes aient pu être retrouvés sans aucune altération appréciable.

LA NOUVELLE BASE

EDIFIÉE AU BUREAU INTERNATIONAL

PAR M. CH.-ÉD. GUILLAUME

EXPOSÉ SOMMAIRE DES RÉSULTATS ANTÉRIEURS.

La détermination des bases géodésiques, faite autrefois au moyen de règles rigides, nécessitait un labeur qui conduisait à les espacer beaucoup, de telle sorte que les réseaux de triangles se trouvaient, le plus souvent, insuffisamment appuyés par des déterminations de longueurs mesurées directement sur le terrain; aussi les géodésiens accueillirent-ils avec faveur la proposition de Edw. Jäderin, consistant à substituer aux règles, relativement courtes, des fils de beaucoup plus grande longueur, tendus sous un effort constant, et permettant de réduire à la fois le nombre des portées et la précision avec laquelle chacune d'elles était mesurée.

En 1900, la question des mesures des bases par le procédé Jäderin fut posée au sein de l'Association géodésique internationale, qui résolut de prier le Comité international des Poids et Mesures d'inscrire l'étude des fils au programme du Bureau. Dans les plans d'extension des bâtiments que l'on élabora précisément à cette époque, on put prévoir le dégagement d'un espace formant galerie, et qui, étant situé en sous-sol de l'observatoire du Bureau, devait être particulièrement préparé à de semblables expériences.

La découverte de l'invar venait de modifier sensiblement les données du problème, puisque la question de la température, la plus délicate qui se posât dans l'emploi des fils, se trouvait résolue avec une simplicité inespérée. Il restait donc à déterminer la précision avec laquelle il est possible de faire des mesures par leur moyen, et, cette donnée étant acquise, à entreprendre la détermination des fils demandés par les géodésiens.

Nous fîmes, à cette époque, M. Benoît et moi, les projets d'une base de laquelle nous attendions d'assez bons résultats, mais qui avait le défaut de constituer un appareil définitif et coûteux, alors qu'on ne possédait que très peu de renseignements sur l'exactitude que permettait d'atteindre la nouvelle méthode. Le Comité international nous engagea, dès lors, à procéder par étapes, et à construire une base provisoire, se réservant d'autoriser une construction plus parfaite lorsque nous aurions acquis la conviction que les fils permettent des mesures précises.

C'est ainsi que, au printemps de 1901, nous installâmes, contre le mur intérieur de la galerie qui venait d'être aménagée, des repères, situés de quatre mètres en quatre mètres, dont nous pouvions mesurer les distances au moyen d'une règle géodésique, et jalonner tout l'intervalle compris entre les repères extrêmes qui se trouvaient distants de 24^{m} [1].

La base que nous avions ainsi constituée a conduit à des résultats dépassant beaucoup nos espérances. Tandis que nous considérions les repères placés contre la muraille comme des points fixes pour un temps très court, permettant seulement des comparaisons rapides, nous nous sommes bientôt rendu compte que cette muraille ne se déformait que très lentement, presque toujours en

[1] *Voir* J.-R. Benoit et Ch.-Éd. Guillaume, *La mesure rapide des bases géodésiques*; 5e édition 1917 (Gauthier-Villars).

connexion avec les variations de la température, à tel point qu'il nous a été possible de déterminer avec une assez grande précision la dilatabilité de la maçonnerie, qui est restée sensiblement constante jusqu'au moment où des explosions répétées, qui ébranlaient le sol, eurent provoqué la formation de quelques fentes qui, s'ouvrant ou se fermant suivant la saison, faussèrent les résultats.

Les données que nous obtînmes pour les fils, et à la recherche desquelles collaborèrent alors MM. L. Maudet et A. Tarrade, furent aussi des plus encourageantes. Nous trouvâmes, contre notre attente, que les fils peuvent être enroulés des centaines de fois, dans des conditions bien définies, sans que leur longueur soit modifiée d'une quantité appréciable. On peut faire voyager un groupe de fils, lui faire même traverser des mers, et retrouver à l'arrivée les longueurs relatives, conservées avec une constance qui dépasse le millionième. Enfin, on peut accroître la longueur des fils, qui est régulièrement de 24^{m}, et faire des mesures précises avec des fils possédant jusqu'à sept ou huit fois cette longueur. Lorsqu'on est exposé à franchir des ravins ou des fleuves, ce résultat à une grande importance.

Les mesures exécutées sur le terrain, au moyen d'appareils aisément transportables permettent d'atteindre aussi une précision de l'ordre du millionième. Ainsi se trouvait transformée la mesure des bases, qui permet désormais, avec un labeur en proportion de celui que nécessite la mesure des triangles, d'appuyer le réseau sur des longueurs connues beaucoup plus grandes et beaucoup moins espacées qu'autrefois.

Ces résultats ont amené le Bureau à instituer un service de mesure des fils, qui est alimenté d'une façon continue. Les constructeurs livrent ces fils lorsqu'ils sont neufs, pour que leur valeur soit déterminée une première fois, puis, lorsqu'ils ont servi quelque temps, ils sont renvoyés

au Bureau pour une vérification. Aujourd'hui, il existe dans le monde près de 800 fils, dont certains sont revenus au Bureau cinq ou six fois depuis plus de vingt ans.

L'invar, sous forme de fils, a été l'objet d'une étude approfondie. Nous avons reconnu que, pour lui conférer une stabilité suffisante, il est nécessaire de le soumettre à l'étuvage, opération qui consiste à le chauffer à 100°, température maintenue pendant quatre ou cinq jours, puis à le refroidir très lentement, de telle sorte qu'il n'atteigne la température ambiante qu'au bout de trois ou quatre mois. Après cette lente descente de la température, le fil est conservé encore pendant plusieurs années à la température du laboratoire; c'est seulement après ce stage qu'on le débite en morceaux de la longueur voulue, et qu'on le remet au constructeur.

La Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, avec la collaboration de laquelle les études sur l'invar ont été faites, envoie au Bureau international des tiges d'épreuves de toutes les bonnes coulées d'invar qu'elle obtient. Nous choisissons celles qui sont propres à la confection des fils; l'aciérie nous livre alors en général plus de 100^{kg} de fil de dilatation uniforme, et dont le diamètre naturel d'enroulement est d'environ 80^{cm}. Ce fil peut, sans éprouver de déformations permanentes, être rectifié ou au contraire enroulé au diamètre de 50^{cm}, adopté pour son transport. Pour cela il doit contenir un peu de carbone ou d'autres durcissants; mais, on sait que le carbone accroît son instabilité; on choisit donc les coulées qui n'en possèdent que la quantité juste nécessaire pour lui conférer une limite élastique suffisante.

Connaissant l'action de l'étirage, qui est d'abaisser beaucoup la dilatabilité, et de l'étuvage, qui est de la relever un peu, les coulées que l'on destine à la fabrication des fils ont, à l'origine, une dilatabilité telle

qu'elle devienne, après les deux opérations que le fil subit, aussi faible que possible; en général, elle est comprise dans les limites du dix-millionième, positif ou négatif.

Ces résultats ont été obtenus au moyen du comparateur à dilatation et de la base que nous avions constituée. On peut donc se demander quelle est la raison qui nous a fait désirer une base plus parfaite.

Cette raison doit être cherchée essentiellement dans la difficulté de sa mesure absolue.

Pour les déterminations de fils, il est vrai, la base n'est qu'un ensemble de deux repères servant aux observations. Le Bureau possède 12 fils, que nous comparons à la base, en principe une fois par semaine, et qui, par la concordance des résultats, témoignent de leur conservation. Avec un nombre aussi grand de témoins, les écarts individuels feraient reconnaître immédiatement une détérioration; au contraire, leur constance relative permet de conclure à l'absence de tout accident. Seul le changement lent dans le cours du temps, auquel tous les fils participent, n'est pas décelé par ces comparaisons; mais les lois de ce mouvement sont connues, et l'on peut appliquer aux fils les corrections, d'ailleurs très petites, qui en résultent. Ayant obtenu la valeur de la base par sa comparaison avec les fils, on s'en sert pour déterminer tous les fils inconnus.

Mais, il faut, de temps en temps, déterminer directement la valeur de la base afin de pouvoir mesurer par son moyen la longueur des fils de repère.

Pour cela, la règle de 4^m, que nous avons mentionnée plus haut, posée sur deux supports, vient se placer au niveau des repères de la base. Elle est munie, sur le bord des surfaces qui se trouvent dans le prolongement des repères (*fig.* 1), de traits dont on détermine la distance

par des opérations faites au comparateur géodésique. L'écart entre les traits de cette règle et ceux qui définissent la base est mesuré au moyen de micromètres
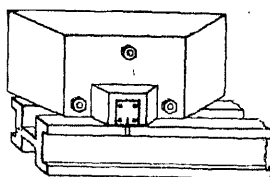
Fig. 1. — Disposition de la règle et d'un repère dans la détermination de l'ancienne base murale.

placés en face des repères. Ainsi, de proche en proche, on parcourt toute la longueur de la base murale.

Cette opération dure deux jours, à cause des nombreuses manipulations qu'elle nécessite et qui, en troublant la température, obligent à intercaler entre les observations des périodes de repos, pendant lesquelles la température se stabilise.

Les cathétomètres et les supports sur lesquels s'appuie la règle, reposent sur le sol cimenté de la galerie où opèrent les observateurs, de telle sorte qu'on ne peut pas être assuré qu'ils n'ont aucune action sur les repères.

Dans les journées qui précèdent et dans celles qui suivent la mesure de la base, les fils lui sont comparés, et, pour réduire sa longueur au moment de la détermination, on part de sa température, mesurée au moyen de thermomètres qui plongent dans le mur.

Une mesure absolue de la base, avec les comparaisons des fils, exige près d'une semaine. Elle est faite toujours dans les périodes de grande stabilité de la température, et, aussi longtemps qu'elle est en cours, on limite autant que possible l'action des changements de la température extérieure; en particulier on tient l'observatoire fermé, et l'on évite d'y faire du feu.

La mesure absolue de la base impose une telle sujétion, tant de conditions doivent être remplies, qu'on ne peut y procéder que rarement. Pratiquement on en est venu à la réduire à une détermination annuelle.

D'autre part, plusieurs bases murales ont été édifiées dans ces dernières années; je mentionnerai celles de Washington, d'Ottawa, de Teddington, de Stockholm, d'Oslo, et les cinq bases construites en Russie, de telle sorte que nos installations primitives ont été beaucoup dépassées, et nous pouvions nous inspirer des constructions nouvelles pour établir notre projet. J'ai dit, dans mon Rapport au Comité, comment un généreux concours, en libérant une somme primitivement destinée à payer le comparateur, nous a enfin permis de passer à l'exécution.

EXAMEN DE DIVERS PROJETS.

Notre longueur de départ est, comme précédemment, représentée par une règle de 4^{m} en invar; la longueur normale des fils est de 24^{m}. Accessoirement, nous étions obligés de nous outiller pour la mesure de rubans de 4^{m}, ainsi que pour des fils ou rubans de 8^{m}, 10^{m} et 25^{m}. Pour les fils plus longs, de 48^{m} et 72^{m}, rien n'a été changé aux installations précédemment décrites [1].

Pour la base elle-même, j'ai examiné, avec la collaboration de MM. Pérard, Maudet et Volet, divers projets fondés sur des principes différents, avant de choisir le système finalement adopté, et d'en arrêter les plans.

L'un de ces projets consistait à représenter la longueur initiale par la distance des deux points visés au moyen de microscopes, dont les foyers devaient se trouver dans le plan des fibres neutres d'une poutre qui les portait. On

---

[1] *La mesure rapide*, etc., p. 154.

vérifiait, en visant d'abord la règle étalon, la distance de ces points, que l'on transportait ensuite sur des repères alignés. La poutre reposait sur un chariot qui roulait sur des rails.

Ce projet présentait des particularités intéressantes; si nous l'avons abandonné, c'est surtout parce que la poutre portant les microscopes ne pouvait présenter une solidité suffisante qu'à la condition d'être massive, ce qui entraînait la nécessité d'une voie de roulement plus robuste que nous ne pouvions l'admettre pour un organe fixé au mur portant la base, ou suspendu au plafond de la galerie.

Dans un deuxième projet on figurait la longueur de 24^{m} par un ruban d'invar, portant des traits distants de 4^{m}, et l'on représentait la base par sept microscopes alignés. La première opération devait consister à amener la règle de 4^{m} sous les deux premiers microscopes, et le ruban simultanément sous tous les microscopes à partir du deuxième, puis à déplacer la règle avec le ruban, d'un mouvement solidaire, sensiblement égal à 4^{m}. De cette façon, les traits du ruban dont la position a été repérée par les intervalles (2.3), (3.4), se trouvent, dans la deuxième opération, sous les microscopes (1.2), (2.3). Ainsi par un seul déplacement de 4^{m}; on détermine toutes les longueurs partielles, d'où l'on déduit la longueur totale de la base. L'avantage est de n'avoir à faire subir à la règle qu'un mouvement égal à l'intervalle unitaire, et de permettre de la réduction de la voie de roulement à moins d'une dizaine de mètres.

Il nous a semblé cependant que le ruban, reposant sur de nombreux rouleaux, pouvait, dans son déplacement, prendre des longueurs un peu différentes; de plus, la fixation à la règle présente des difficultés. Mais, avec le système que nous allons décrire, on pourra aussi expérimenter le procédé du ruban, et, s'il présente certains avantages, l'employer comme système auxiliaire.

DESCRIPTION DU SYSTÈME ADOPTÉ.

La base principale est représentée par les points que visent sept microscopes alignés, espacés deux à deux de 4^m, dont on détermine les distances en visant la règle, qui occupe successivement tous leurs intervalles, atteints par un déplacement sur une voie de roulement. Les microscopes extrêmes, dont la distance est alors connue, servent
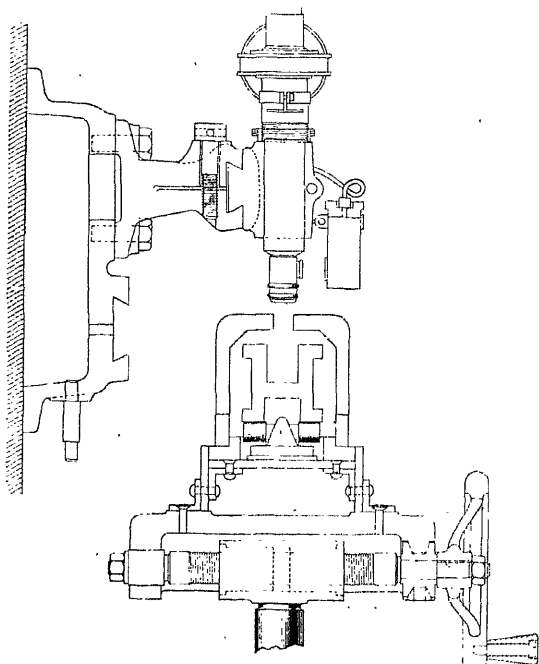
Fig. 2. — Microscopes de profil et règle.

à déterminer la longueur de fils qui forment la liaison entre la base principale, et une base secondaire installée sur le mur qui fait face au premier, et qui porte des repères semblables à ceux qu'on emploie en campagne. C'est sur

cette dernière base que se font toutes les comparaisons de fils.

Les microscopes micrométriques, dont le grossissement est de 25 environ, et qui reçoivent leur éclairage de petites lampes alimentées par un transformateur, sont portés par des pièces de fonte taillées à l'arrière en queue d'aronde, et que l'on peut serrer par des vis (*fig.* 2). Les porte-microscopes sont à leur tour fixés par des boulons sur des socles scellés dans la muraille.

La règle est portée en ses points normaux par un couteau dont l'inclinaison est réglable et un rouleau monté sur deux axes rectangulaires, placés sur un banc posé sur deux organes possédant des mouvements micrométriques à trois directions. La voie de roulement du banc s'appuie sur des chaises à raison de trois par 4^m (*fig.* 3), espacées
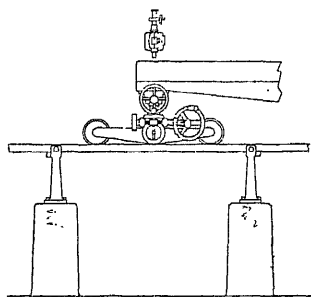
Fig. 3. — Banc et microscope.

de telle sorte que les supports du banc se placent toujours au milieu de l'intervalle de deux chaises successives; comme, de plus, le sol est séparé du mur par un sillon, on peut être assuré que ni la règle ni les observateurs n'ont d'action sur ce dernier.

Les microscopes extrêmes portent des pièces permettant un réglage précis (*fig.* 4), sur lesquelles viennent s'appuyer

les réglettes des fils servant à passer d'une base à l'autre. Les microscopes voisins supportent des rouleaux sur les-
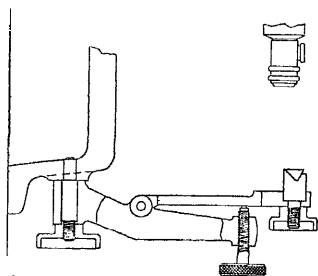
Fig. 4. — Support des réglettes.

quels s'appuie le fil que l'on mesure, de manière à mettre à peu près dans le plan horizontal la surface supérieure des réglettes, divisée en dixièmes de millimètre, qui, ainsi, donnent de bonnes images. Ces pièces s'effacent par rotation lorsque la mesure est faite.

La base secondaire est constituée par des repères montés sur des équerres fixées par des boulons au deuxième mur (*fig.* 5); on ne laisse subsister que celles qui sont momentanément utiles, savoir les équerres extrêmes pour les comparaisons ordinaires des fils de 24^{m}, et des équerres intermédiaires pour les mesures des fils courts ou des rubans.

Le transport de la longueur de la base principale est fait, comme il a été dit, au moyen de fils spécialement destinés à cet usage. Les fils étalons se placent dans la position même que doivent occuper ceux que l'on compare à la base; ils sont supportés de telle sorte que leurs réglettes se présentent dans les mêmes conditions que sur la base principale. Leur division est observée au moyen de deux microscopes, que l'on met en place pour cette observation, et qui visent également les repères.

La tension des fils est assurée, sur une base comme sur l'autre, par des cordes portant des poids de 10^{kg} et passant sur des poulies à billes, qui possèdent des mouvements de réglage commandés par les vis dans deux directions rectangulaires (*fig.* 6); ces poulies peuvent se déplacer à volonté sur la voie de roulement.

Les repères sont éclairés, pour la comparaison, par des lampes à un seul filament de 20^{cm} de longueur environ,
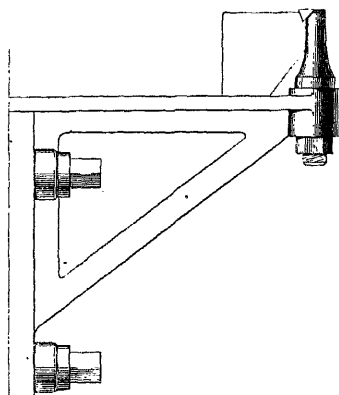
Fig. 5. — Repères de la base secondaire et réglettes des fils.

dont la lumière est concentrée par un miroir cylindrique, et diffusée par un papier calque.

L'ensemble de l'opération que nous venons de décrire semble, à première vue, comporter d'inutiles complications. On aurait pu, par exemple, placer les repères de comparaison sous les microscopes de la première base; mais alors, il eût fallu entailler la règle, et disposer le chariot de telle sorte qu'il eût un mouvement d'avant en arrière de grande amplitude afin de le dégager et de lui permettre un déplacement longitudinal; de plus, la présence des microscopes eût été très gênante pour les com-

paraisons des fils, qui nécessitent au contraire que la base soit dégagée.

La longueur de 25^{m} n'est pas donnée par la première base ; elle est assez voisine de la longueur normale de 24^{m}, pour pouvoir en être aisément déduite. Les repères étant
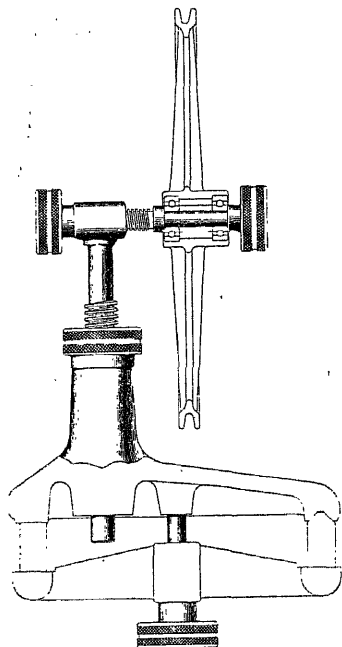
Fig. 6. — Poulies de tension.

fixés à 24^{m} et à 25^{m}, on détermine leur distance au moyen d'une règle entaillée de manière à épouser la forme des goujons, et portée sur un support muni de commandes micrométriques.

La température est mesurée, comme précédemment, par six thermomètres insérés dans des nich[illegible]

quées dans le mur ; ils sont protégés contre l'influence des observateurs par de petits massifs en ciment, arrondis à leur partie inférieure, de manière à ne pas retenir les fils, si l'un d'eux vient, lorsqu'on le met en place pour une comparaison, à raser de trop près la muraille.

Tels sont les dispositifs que nous avons installés et que nous avons commencé à mettre en œuvre.

TABLE DES MATIÈRES.

Liste des membres du Comité........................ V

Liste du personnel du Bureau........................ VII

Procès-verbaux des séances de l'année 1925....... 1-76

Procès-verbal de la première séance, du 21 septembre 1925................................ 1-58

Ouverture de la Session........................ 1

Cinquantenaire de la Convention du Mètre et Centenaire de la naissance du Général Ibañez....... 1

Don fait au Bureau par l'*International Education Board*.. 2

MM. Appell, Fredholm, Pasquier, Stratton et Torres y Quevedo sont empêchés, par l'état de leur santé, d'assister à la session........................ 2

Rapport au Comité international sur la gestion du Bureau pendant la période comprise entre le 1er *septembre* 1923 *et le* 31 *août* 1925............ 4-41

I. — *Personnel*................................ 5

Mme Brochard remplace Mlle Becker. MM. W.-H. Johnson, R.-H. Field, H. Binggeli et le Colonel de Mende participent temporairement aux travaux du Bureau........................ 5

II. — *Bâtiments*................................ 6

Tentative de cambriolage faite sur l'observatoire du Bureau; garde du domaine.............. 6

III. — *Machines et instruments*................ 7-15

Remplacement du comparateur à dilatation; étude des causes d'erreurs possibles dans l'emploi de l'ancien comparateur; expériences de de MM. Blumbach et Maudet sur la règle de la Chambre Centrale des Poids et Mesures de Russie.. 7-9

Pages.

Réfection de la base. Four à recuire. Appareil microphotographique. Lampes à xénon et à hélium. Calibres Johansson, et instrument pour leur étude. Reprise des travaux en thermométrie. Expériences sur les explosions de la Courtine. Destruction des parasites dans les balances. Prototypes reçus et renvoyés. Échange du kilogramme n° 11 endommagé, par le kilogramme n° 29 de la série sanctionnée par la Première Conférence Générale. 9-15

IV. — *Travaux* 15-41

Détermination de l'équation des Règles Type I et Type II. Prototypes de Finlande. Nouvelle détermination des kilogrammes étalons d'usage n° 9 et n° 31, et accident survenu au kilogramme témoin n° 1. Nouvelles valeurs des kilogrammes n° 18 et n° 23. Étude du kilogramme de Serbie. Étude avec la collaboration de M. W.-H. Johnson des règles n° 16 et n° 184 destinées à une nouvelle détermination du rapport du Yard au Mètre. Règles du Canada n° 306 et n° 224 étudiées en collaboration avec M. R.-H. Field................ 15-20

Mémoire concernant les recherches métrologiques sur les aciers au nickel; indice d'instabilité; nouvelle étude après la chauffe des barres; la vitesse du changement est une fonction logarithmique de la température. Épreuves de stabilité des coulées d'invar.... 20-22

Perfectionnements apportés à l'appareil Fizeau et nouvelle détermination de sa constante; étude de la formule de dispersion; détermination de la dilatation d'échantillons de platine; concordance entre l'appareil Fizeau et le comparateur pour la détermination de la différence de dilatation entre l'alliage Matthey et l'alliage du Conservatoire. Déterminations des quartz étalons. Argenture par pulvérisation cathodique. Étude de divers types de lampes, et variabilité des radiations. 22-27

Déterminations par le comparateur géodésique et par la nouvelle base. Règles géodésiques d'Espagne et de Pologne, étalons divers. Détermination de plusieurs étalons de masse... 27-28

Pages.

Dilatation de 54 tiges d'invar, et étude de divers laitons. Mise au point de l'appareil microphotographique. Étude des déformations des roues de wagon 28-29

Étalonnage de diverses règles; nouvel étalonnage de broches décimétriques. Étude d'un comparateur simplifié et de divers thermomètres 30

Certificats, rapports et notes d'étude 31-33

V. — *Comptes* 34-41

1. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique 34

2. — Frais des étalons et témoins internationaux 34

3. — Frais annuels 35

4. — Caisse de Secours et de Retraites 35

5. — Fonds de réserve 36

Tableaux résumant les divers comptes 37-40

Examen de ces tableaux et bilan 40-41

Retraite de M. Lesigne 42

Rapport sur la gestion du bureau du Comité pour la période comprise entre le 1er septembre 1923 et le 31 août 1925 43-58

Rapports financiers. Augmentation de la dotation jusqu'à 300 000 francs français et fixation de la dotation en francs-or. Versements des contributions pour les années 1920 à 1924 ... 43-55

Ratifications de la Convention et adhésion de la République polonaise à la Convention du Mètre 55-56

Cinquantenaire de la Convention du Mètre 57

Nomination de deux Commissions 57

Procès-verbal de la deuxième séance, du 26 septembre 1925 59-65

Lettre à M. Lesigne 59

Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, et approbation 60

Premier Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux. Précautions prises pour sauvegarder les étalons contre les risques

Pages.

d'un vol par effraction ; détermination de la dilatabilité de deux règles par l'ancien et le nouveau comparateur à dilatation ; mesures de contrôle proposées pour l'appareil Fizeau ; proposition de remplacement du kilogramme avarié n° 1 par le kilogramme n° 7 ; unification internationale de l'échelle thermométrique ; documents concernant les unités électriques. Approbation du Rapport.......... 60-63

Conférence de thermométrie.................. 63

Volume commémoratif du Cinquantenaire de la *Convention et projet d'une séance solennelle.* 63

Destruction par un séisme des certificats des prototypes attribués au Japon.............. 64

Procès-verbal de la troisième séance, du 30 *septembre* 1925.................................... 66-7

Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances : Relèvement automatique des traitements et salaires, par application de l'indice de cherté de vie ; révision de l'indemnité pour charges de famille ; augmentation des pensions ; accroissement de la dotation jusqu'à la somme annuelle de 300 000 francs ; proposition à soumettre à la Septième Conférence générale de fixer la dotation au taux de 125 000 francs-or pouvant être portée à 150 000 francs-or ; crédit pour le Cinquantenaire de la Convention du Mètre ; budget pour 1926 et 1927. Approbation du Rapport....... 66-70

Deuxième Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux. Proposition concernant la vérification périodique des prototypes nationaux ; suggestions relatives aux modifications à faire subir aux balances, afin d'éviter des accidents. Approbation du Rapport..... 70-72

Procès-verbal de la quatrième séance, du 2 *octobre* 1925.................................... 73-7

Prototypes retirés du coffre-fort. Décision concernant le kilogramme n° 7................ 73

Procès-verbal de la visite au dépôt des prototypes. 74

Clôture de la session........................ 75-76

Pages

Annexes aux Procès-verbaux ....

Discours prononcé le 29 mai 1925 à la Sorbonne, par M. Ch.-Éd. Guillaume lors de la commémoration consacrée au Centenaire de la naissance du général Ibañez de Ibero, Marquis de Mulhacén......................... 77-81

Les prototypes du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, par M. Célestin Kargatchin... 82-85

La nouvelle base édifiée au Bureau international, par M. Ch.-Éd. Guillaume.......... 86-99

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.